

CRIAÇÃO DE UM MODELO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, À ESCALA NACIONAL, PARA GESTÃO DA CARTOGRAFIA MUNICIPAL DE RISCO

Patrícia Cristina Fernandes Pécurto

**Relatório de Estágio
de Mestrado em Gestão do Território – Especialização em
Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica**

SETEMBRO, 2010



Relatório de Estágio apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão do Território – Especialização em detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica realizado sob a orientação científica do Prof. Dr. Rui Pedro de Sousa Pereira Monteiro Julião e Mestre Rui Miguel Papudo

DECLARAÇÕES

Declaro que este Relatório é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia.

O candidato,

Lisboa, de de

Declaro que este Relatório se encontra em condições de ser apreciada(o) pelo júri a designar.

Os orientadores,

Lisboa, de de

AGRADECIMENTOS

A realização deste relatório de estágio foi uma passagem dura de ultrapassar, não só pela dedicação durante todo o processo de elaboração, esforço e sacrifício de noites mal dormidas, como também o estado de isolamento que me obriguei a atravessar, para me concentrar e terminar a sua redacção na data pretendida.

Todo este trabalho só foi possível de concretizar com o apoio das pessoas que me acompanharam nesta caminhada, ajudando-me a acreditar que somos sempre capazes de fazer mais do que pensamos. Assim, gostaria de deixar esta página para expressar os meus agradecimentos.

Agradeço, em primeiro lugar, ao Professor Doutor Rui Pedro Julião, orientador principal deste relatório de estágio, não só pelo contributo directo na sua elaboração, como também pelo constante apoio, disponibilidade e amizade que demonstrou no decurso deste trabalho.

Agradeço também ao Mestre Rui Miguel Papudo, orientador do estágio no IGP, pelos comentários e sugestões que contribuíram para melhorar o conteúdo deste relatório.

Agradeço ainda a alguns professores com que me cruzei no mestrado e que me transmitiram conhecimentos valiosos para a concretização deste estágio. Deixo um agradecimento especial ao Professor Doutor José António Tenedório pela dedicação prestada aos alunos na resolução de problemas que surgiram durante todo o mestrado.

Quero deixar, ainda, um agradecimento especial à minha irmã, Catarina Pécurto, pelo apoio e força sempre constante e pela grande ajuda que me deu na formatação deste relatório.

Quero ainda agradecer à Cláudia Caseiro que se prestou a tratar da logística da impressão e encadernação deste trabalho.

Agradeço também aos meus Pais, Sertório Pécurto e Maria Luísa Fernandes. pelo apoio, força, e ajuda em tudo aquilo que puderam, não só durante a realização deste trabalho, mas durante todo o mestrado.

Por fim, quero agradecer aos meus amigos que conseguiram evitar um deslize na minha sanidade mental, através do apoio nas fases mais negras e difíceis.

Um sincero agradecimento a todos.

RESUMO

As questões relacionadas com o risco e segurança das populações exigem uma permanente preocupação, sendo por esse motivo necessário identificar e prevenir os fenómenos perigosos que põem em risco as populações. Deste modo, a articulação das diferentes produções cartográficas e um conhecimento detalhado dos fenómenos naturais envolvidos são fundamentais para a identificação e delimitação de áreas de potencial perigo e de risco.

A introdução de sistemas de informação geográfica facilitará a integração da totalidade da produção de cartografia de risco para as diversas escalas, tornando possível a constituição de uma série de bases de dados geográficas interoperáveis, que permitem a sua acessibilidade e partilha entre várias entidades públicas, privadas e cidadãos em geral.

Objectiva-se, no presente estágio, a realização de uma proposta de implementação de um modelo de SIG, seguindo as normas estabelecidas na Directiva INSPIRE, que entrou em vigor no dia 15 de Maio de 2007. O referido modelo servirá para gerir a cartografia municipal de risco à escala nacional, tendo uma visão aberta, dinâmica e mais abrangente, onde o acesso à informação é realizado através de uma IDE.

Este relatório de estágio parte de um conhecimento prévio do contexto de desenvolvimento de iniciativas relacionadas com este tema e de um conjunto de exemplos seleccionados de forma a sustentar a metodologia aplicada no modelo proposto.

PALAVRAS-CHAVE: Cartografia Municipal de Risco, Sistema de Informação Geográfica, Infra-estrutura de Dados Espaciais, Directiva INSPIRE

ABSTRACT

The issues related to risk and security of populations requires an ongoing concern, so identify and prevent dangerous phenomena is necessary to avoid endanger the population.

Thus, the cartographic production articulation and a detailed knowledge of involved natural phenomena are crucial to identify and bound areas of potential danger and risk.

The introduction of geographic information systems facilitate the integration of entire production of risk maps for different scales, making possible the establishment of a series of geographic databases interoperable, that enable its accessibility and sharing among various public, private and citizens in general.

The purpose of this training, is to propose a GIS model, following the standards established in the INSPIRE Directive, from May 15, 2007. The model will used to manage local risk mapping at national scale, having open and dynamic perspective, where access to information is done through an SDI.

This report starts into knowledge of context of initiatives relating to the topic and a set of examples selected to support the methodology applied in the model.

KEYWORDS: Local Map Risk, geographic information system, Spatial Data Infrastructure, INSPIRE Directive.

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO DO ESTÁGIO	1
1.2	OBJECTIVO DO ESTÁGIO	1
1.3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA E PRESSUPOSTOS	2
1.4	METODOLOGIA	4
2	CONCEITOS CHAVE.....	6
2.1	COMPONENTES DO RISCO	6
2.1.1	<i>Riscos Naturais.....</i>	<i>8</i>
2.1.2	<i>Riscos Tecnológicos</i>	<i>9</i>
2.1.3	<i>Riscos Mistos.....</i>	<i>10</i>
2.2	SIG E INFRA-ESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS	10
2.2.1	<i>Ciência da Informação Geográfica: SIG e Infra-estruturas de Dados Espaciais.....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>SIG e Infra-estruturas de Dados Espaciais na Actualidade.....</i>	<i>18</i>
3	PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO DE SIG PARA A GESTÃO DA CMR À ESCALA NACIONAL.	32
3.1	ENQUADRAMENTO.....	32
3.2	OBJECTIVOS.....	32
3.3	APRESENTAÇÃO DO CONTEXTO EM QUE SE INSERE O MODELO	33
3.4	MODELO CONCEPTUAL.....	35
3.5	DADOS.....	36
3.6	ARQUITECTURA DO MODELO	38
3.6.1	<i>Nível Local.....</i>	<i>39</i>
3.6.2	<i>Nível Regional</i>	<i>41</i>
3.6.3	<i>Nível Nacional.....</i>	<i>42</i>
4	REFLEXÕES.....	46
	Bibliografia.....	50
	Anexo I	A
	Anexo II	C
	Anexo III	G
	Anexo IV	H
	Anexo V.....	I
	Anexo VI.....	J

Índice de Figuras

Figura 1 - Factores de que depende a vulnerabilidade sintetizados num esquema (Hossini, p. 10 (2008)).	7
Figura 2 – Modelo conceptual de risco (adaptado de Zêzere <i>et. al.</i> , 2004).	8
Figura 3 – Definição tradicional de SIG (Painho, 2006a: p.27).	11
Figura 4 – Evolução do SIG para Infra-estruturas de Dados Espaciais (Julião, 2009).	14
Figura 5 – Estrutura hierárquica nas IDE (adaptado por Rajabifard <i>et al</i> , 2000; p. 5).	16
Figura 6 – Visão <i>building blocks</i> ou alicerces (Rajabifard: 2002, p. 57).	16
Figura 7 – Visão <i>umbrella</i> ou guarda-chuva (Rajabifard: 2002, p. 57).	17
Figura 8 – Relação entre componentes de uma IDE (adaptado de Rajabifard, 2002; p. 29).	18
Figura 9 – Geoportal do INSPIRE. (INSPIRE, 2010).	21
Figura 10 – <i>Intarnet</i> da Câmara de <i>Renfrewshire</i> . (Fonte: ESRI Reino Unido, 2010).	23
Figura 11 – Barra de ferramentas do portal. (Fonte: ESRI, 2010).	24
Figura 12 - Geoportal da IDEC (IDEC, 2010).	25
Figura 13 – Estrutura funcional da IDEC (eSDI-Net plus, 2010).	27
Figura 14 - Geoportal do SNIG (SNIG, 2010).	29
Figura 15 – Modelo conceptual da proposta.	35
Figura 16 – Arquitectura do modelo de SIG proposto para gestão da CMR à escala nacional.	39
Figura 17 – Arquitectura do modelo do nível local.	41
Figura 18 – Arquitectura do modelo do nível regional.	42
Figura 19 – Arquitectura do modelo do nível nacional.	42

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Definição da escala por nível do modelo.	38
---	----

Lista de Abreviaturas

AGILE - Association Geographic Information Laboratories Europe
ANPC – Autoridade Nacional de Protecção Civil
ANZLIC - Australian and New Zealand Land Information Council
CGIS- Canada Geographic Information System
CDG - Conjuntos de Dados Geográficos
CMR - Cartografia Municipal de Risco
CNIG – Centro Nacional de Investigação Geográfica
DGOTDU - Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano
DSIGIG - Direcção de Serviços de Investigação e Gestão da Informação Geográfica
EEA - European Environment Agency
ETRS - European Terrestrial Reference System
ESDI - European Spatial Data Infrastructure
ESDI-NET PLUS - European Network on Geographic Information Enrichment and Reuse
EUROGI – European Umbrella Organisation for Geographical Information
GML - Geography Markup Language
GINIE - Geographic Information Network In Europe
GSDI - Global Spatial Data Infrastructure
HLCG - Harvard Laboratory for Computer Graphics
ICC - Instituto Cartográfico de Catalunya
IDE – Infra-estrutura de Dados Espaciais
IDEC - Infra-estrutura de Dados Espaciais da Catalunha
IES - Institute for Environment and Sustainability
IGP – Instituto Geográfico Português
INE – Instituto Nacional de Estatística
INSPIRE - INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe
ITRF International Terrestrial Reference Frame
IPCC- Instituto Português de Cartografia e Cadastro
JRC - Joint Research Center
MAI – Ministério da Administração Interna
NBQ – Nuclear Biológico e Químico
OGC - Open Geospatial Consortium

PDM – Plano Director Municipal
PME – Plano Municipal de Emergência
PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIGE - Sistema Integrado de Gestão de Emergências
SNIG – Sistema Nacional de Informação Geográfica
SNIT - Sistema Nacional de Informação Territorial
WCS - Web Coverage Service
WFS - Web Feature Service
WMS - Web Map Service
XML - eXtensible Markup Language

1 Introdução

1.1 *Enquadramento do Estágio*

O presente estágio surge no âmbito da realização do Mestrado de Gestão do Território, com especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informação Geográfica, na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, da Universidade Nova de Lisboa.

A entidade acolhedora – Instituto Geográfico Português (IGP) - encontra-se integrada no Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, destacando-se como Autoridade Nacional de Geodesia, Cartografia e Cadastro, sendo o organismo da Administração Central responsável pela execução da política de informação geográfica. O IGP resulta da fusão, realizada em 2002, entre o Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) e o Instituto Português de Cartografia e Cadastro (IPCC), tendo-lhe sido atribuídas a responsabilidade e missão de assegurar a execução da política nacional de informação geográfica de base, a homologação de produtos, a coordenação e o desenvolvimento do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), e a promoção da investigação no âmbito das ciências e tecnologias de informação geográfica, tal como descrito pelo Decreto-lei n.º 133/2007, de 27 de Abril.

O estágio realizado teve como principal objectivo a constituição de uma proposta de modelo para implementação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), à escala nacional, para a gestão da Cartografia Municipal de Risco (CMR), pretensão passível de se caracterizar de urgente em virtude de o processo de produção cartográfica por parte das entidades locais já se ter iniciado.

Assim, os trabalhos realizados pela discente resumem-se à concretização de uma pesquisa e de um processo de reflexão sobre a proposta de modelo a apresentar.

1.2 *Objectivo do Estágio*

Os trabalhos realizados no presente estágio tiveram como pretensão propor um modelo para a criação e implementação de um SIG, à escala nacional, para gestão da CMR. Para tal, e como base de trabalho, foi explorado o Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal, produzido pelo grupo de trabalho nomeado pelo despacho n.º 27660/2008, de 29 de Outubro de 2008, e constituído pela Autoridade Nacional de

Protecção Civil (ANPC), pela Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU) e pelo IGP.

A criação de um SIG de gestão tornará possível a integração da totalidade da produção de cartografia de risco obrigatória para os diversos municípios, bem como a informação que será integrada a nível dos Governos Cíveis através da ANPC. Para além disso, possibilitará a constituição de uma série de bases de dados geográficas, as quais permitirão localizar e associar os diferentes riscos presentes em cada um dos municípios, potencialidade que pode ser extrapolada para a orientação dos processos de desenvolvimento ou actualização de diversos instrumentos de gestão territorial existentes, nomeadamente, Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT), Planos Directores Municipais (PDM), e Planos Municipais de Emergência (PME).

A transferência e a interoperabilidade da informação, entre diversas escalas de análise (local, regional, nacional e comunitária), são características do presente trabalho, o qual visa dar um contributo para o incremento da eficácia num processo de decisão.

A disponibilização da informação espacial às diversas entidades públicas envolvidas será outro objectivo a alcançar na implementação do modelo, o que no contexto actual implica uma visão mais abrangente do SIG, aumentando o acesso à informação geográfica através de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais (IDE) e um disponibilizador interno público.

A presente proposta visa contribuir para a colmatação dessa lacuna, correspondendo o modelo proposto ao ponto de partida para a sua implementação.

1.3 Formulação do Problema e Pressupostos

A constituição – e implementação – de um modelo de organização é uma etapa de extrema importância para posicionar num patamar superior os índices de eficácia e eficiência de uma instituição, independentemente de esta ser de cariz público ou privado. Para o caso específico da CMR, a boa gestão desta, a qual se pretende clara e pragmática, apresenta-se como fundamental para a obtenção de sucesso na resposta a situações de emergência e mitigação de risco.

O alcance dos objectivos acima referidos é facilitado com a introdução dos SIG em todo o processo, os quais se destacam como uma das ferramentas mais capazes de apoiar, efectivamente, as solicitações dos decisores políticos ou operacionais.

A consolidação do papel dos SIG, ao nível da aquisição, armazenamento, visualização, análise, representação da informação geográfica, o tratamento e organização de bases de

dados geográficas sistematizadas e interoperáveis, é urgente e de extrema importância, principalmente num contexto de prevenção e resposta a cenários de risco. Estes sistemas alcançarão a sua potencial plenitude, quando se registar uma melhoria no acesso à informação geográfica, contexto apenas possível através da constituição e implementação de um repositório que proceda à centralização da informação relativa à CMR e que facilite a sua gestão e acessibilidade aos diferentes organismos públicos.

As questões relacionadas com o risco, segurança e bem-estar das populações, para além da preservação do ambiente, são preocupações antigas, as quais exigem uma permanente melhoria e preocupação. Torna-se, assim, necessário identificar e prevenir os fenómenos perigosos que põem em risco as populações, de forma a minimizar os danos, quer por meio de medidas mitigadoras, quer por actuações ao nível do ordenamento do território (Julião *et.al.*, 2009).

A articulação das diferentes produções cartográficas e um conhecimento detalhado dos fenómenos naturais envolvidos são fundamentais para a identificação e delimitação, em actos de ordenamento e planeamento do território, nas áreas de potencial perigo e de risco.

A estes pressupostos adicione-se o facto de, actualmente, encontrar-se a decorrer um processo de revisão, à escala nacional, dos Planos Directores Municipais (PDM) e dos Planos Municipais de Emergência (PME). Como tal, a constituição de uma metodologia para a elaboração da CMR apresenta-se como uma real necessidade de forma a harmonizar procedimentos, conceitos e regras de cartografia a adoptar (Julião *et.al.*, 2009). Assim sendo, as cartas de risco servirão como um meio de suporte e orientação às opções de ordenamento dos municípios, possibilitando a identificação de áreas territoriais de susceptibilidade e, diferentes tipologias de risco, evitando a adopção de medidas menos adequadas às necessidades.

Outro aspecto a referir é a recente publicação do anúncio de procedimento n.º 5001/2009, lançado pela ANPC, para a criação e implementação de Sistemas de Informação Geográfica de apoio à decisão, em matérias de protecção civil, nos Governos Cívicos. O objectivo é dotar os mesmos de equipamento e tecnologia adequados à gestão da informação geográfica relativas às características do território, dos respectivos riscos e evolução das ocorrências. Este passo permitirá a integração e manipulação de dados para as diferentes escalas, criando uma plataforma de interoperabilidade que permita disponibilizar, em *web service*, a cartografia temática de risco.

É também de referir a Directiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 14 de Março de 2007, que estabelece uma infra-estrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (INSPIRE), transposta para o quadro legal português pelo Decreto-lei n.º 180/2009, de 7 de Agosto, que fixa as normas gerais para a constituição de infra-estruturas de informação geográfica em Portugal. O objectivo prioritário é a sustentação legal para a criação de uma infra-estrutura de informação geográfica europeia, obrigando os Estados Membros a gerirem e a disponibilizarem os dados e os serviços de informação geográfica de acordo com princípios e regras comuns (ex. metadados, interoperabilidade de dados e serviços, utilização de serviços de informação geográfica e princípios de acesso e partilha de dados).

É neste contexto que faz todo o sentido constituir um sistema que integre, de forma estruturada e harmonizada, a totalidade da informação relacionada com a CMR, possibilitando a sua análise a diferentes escalas (local, regional, nacional). Para além disso, desempenhará neste contexto um papel de repositório único, passível de disponibilização, com as devidas permissões, às diversas entidades envolvidas.

1.4 Metodologia

Os trabalhos relativos no presente relatório tiveram início com a realização de uma cuidada pesquisa bibliográfica, à qual se seguiu uma reflexão sobre a temática. Esta etapa teve como objectivo o de construir um suporte teórico que servisse a presente proposta em dois momentos diferentes do processo reflexivo: levantamento do estado da arte e sustentação da metodologia apresentada para a criação do modelo de implementação do SIG.

O relatório encontra-se organizado em quatro capítulos e seis anexos, referindo-se o primeiro ao enquadramento geral do presente trabalho, descrevendo os objectivos a alcançar e a sua problemática.

O segundo capítulo apresenta o conjunto de definições tidas como essenciais no decurso do estágio, os quais abordam temas relacionados com os riscos e as tecnologias de informação geográfica, essenciais na definição da proposta do modelo a implementar.

Relativamente à metodologia empregue, em específico para a área temática dos riscos, esta considerou os termos definidos no Guia Metodológico, os quais foram complementados com outras fontes de pesquisa. Desta forma, procura-se obter uma base teórica sólida que sustente e complemente as definições promovidas pelo Guia Metodológico.

No espaço dedicado à apresentação e discussão semântica, foram privilegiados os temas relacionados com a ciência de informação geográfica, nomeadamente, as tecnologias por esta utilizada, a importância dos SIG e das IDE neste contexto, bem como a sua evolução recente. A metodologia aplicada na sua definição sustenta-se num conjunto de teorias apresentadas por diversos autores de reconhecido mérito nestas matérias. Relativamente à aquisição de conhecimentos do cenário actual destas, procurou-se apresentar exemplos de sucesso no universo europeu e nacional, objectivo concretizado através do recurso à pesquisa, por via *Internet*, de diversos geoportais relacionados com a tecnologia SIG e as IDE.

Os Anexos apresentam informação complementar necessária à redacção do relatório.

2 Conceitos Chave

2.1 Componentes do Risco

A abordagem de um tema complexo como é o dos riscos implica um conhecimento aprofundado de uma série alargada de conceitos, no sentido de apoiar a uniformização da terminologia científica, nomeadamente, a relacionada com a definição da sua tipologia. Assim sendo, procura-se definir a natureza e o conceito de risco imprescindíveis na constituição da base teórica para a elaboração de CMR.

A concretização de uma definição, clara e consistente, das componentes do risco é um passo fundamental para a sua correcta compreensão, correspondendo estas, numa forma geral e tendo por base as diversas teorias relativas ao perigo, vulnerabilidade e elementos expostos.

Por perigo, e de acordo com Cutter (2001), citado por Thywissen (2006), considera-se uma ameaça às pessoas e ao que as mesmas valorizam e nesse sentido compreende a interacção entre sistemas naturais, sociais e tecnológicos. Este conceito é, em parte, construído através da percepção das pessoas e pode variar consoante a cultura, género, raça, nível socioeconómico e estrutura política.

Perigo é uma propriedade intrínseca de um fenómeno ou processo extremo de origem natural, tecnológica ou antrópica, capaz de causar danos significativos à comunidade, nomeadamente, perda de vidas humanas, ruptura social e económica ou degradação ambiental (UN/ISDR, 2004 citado por Thywissen, 2006). Neste sentido, perigo manifesta-se em local específico e em presença de pessoas e bens de valor económico, cultural ou ambiental, expostos durante um determinado período de tempo e a uma determinada intensidade.

Outra componente do risco é a vulnerabilidade e entende-se como sendo o dano potencial decorrente de uma situação de risco. É uma característica intrínseca e dinâmica a qualquer sociedade e compreende a multiplicidade dos factores de risco que actuam nos elementos expostos. Assim sendo, a magnitude do fenómeno que actua num elemento exposto reflecte a sua vulnerabilidade ao risco (Thywissen, 2006).

Segundo Hossini (2008), a vulnerabilidade é função da susceptibilidade, da resiliência e ou do grau de exposição ao perigo (Figura 1). Susman *et. al.* (1983), citado por Thywissen (2006), assinala que a susceptibilidade corresponde à fase anterior ao acontecimento e relaciona-se, directamente, com os fenómenos físicos. É a incidência espacial do perigo que

representa a propensão para uma área ser afectada por um determinado perigo, em período indeterminado (Julião *et. al.*, 2009).

A resiliência diz respeito à fase posterior à ocorrência de um determinado fenómeno, sendo, principalmente, determinada por características socioeconómicas. É a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade se adaptar, resistir ou mudar com vista a atingir ou manter um nível aceitável de funcionalidade e estrutura (Schneiderbauer e Ehrlich, 2004; citado por Thywissen, 2006).



Figura 1 - Factores de que depende a vulnerabilidade sintetizados num esquema (Hossini, p. 10 (2008)).

Juntamente com a vulnerabilidade e o perigo, o(s) elemento(s) exposto(s) são outra componente que caracteriza o conceito de risco. Sinteticamente, entende-se como sendo o número de pessoas e de bens estratégicos, vitais e ou sensíveis, indiferenciados e humanos, que podem ser afectados numa situação particular. Imagine-se uma área geográfica onde não se registre a presença de quaisquer um dos factores acima referidos, os elementos expostos equivalem a zero (Thywissen, 2006) e, consequentemente, o perigo é inexistente.

Considerou-se como elementos estratégicos, vitais e ou sensíveis, os enumerados no Anexo I, tal como consta no já mencionado Guia Metodológico.

Relativamente aos indiferenciados, consideram-se todas as edificações e vias de comunicação constantes da carta topográfica actualizada, não abrangidas pelos elementos estratégicos, vitais ou sensíveis, e as áreas classificadas como solo urbanizável nos planos municipais de ordenamento do território em vigor. Quanto aos elementos humanos envolvidos, considera-se toda a informação respeitante àqueles que se encontram expostos, como por exemplo, população residente total e grupo etário, número de edifícios e alojamentos por tipologia, função e ocupação. Esta informação foi obtida a partir de diversas fontes como o Instituto Nacional de Estatística (INE) e Câmaras Municipais.

Risco corresponde à combinação entre os componentes perigo e vulnerabilidade (Hossini, 2008). Esta linha científica não é, no entanto, seguida por Crichton (1999), citado por Thywissen (2006), o qual defende que risco é a probabilidade de se registar uma determinada perda, envolvendo, para isso, três elementos distintos, designadamente: a perigosidade, a vulnerabilidade e a exposição. O incremento e/ou a diminuição de qualquer um destes elementos influencia, proporcionalmente, o incremento e/ou diminuição do risco.

Relativamente à exposição, e segundo o Guia Metodológico, esta pode ser, igualmente, designada por “elementos expostos” (Figura 2).



Figura 2 – Modelo conceptual de risco (adaptado de Zêzere *et. al.*, 2004).

Resumidamente, o conceito de risco envolve a noção de probabilidade de ocorrência de um processo (ou acção) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre as pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos (Julião *et. al.*: 2009, p. 22).

Quanto à sua origem o conceito de risco considerava, inicialmente, apenas os fenómenos de origem natural. Todavia, tem-se constatado que esta pode ser, igualmente, antrópica e/ou mista (natural + humana), realidade que dificulta a sua análise em separado (Rebelo, 2003).

2.1.1 Riscos Naturais

Por riscos naturais entende-se como sendo todos aqueles que resultam do funcionamento de sistemas naturais (Julião *et. al.*, 2004), podendo ser definidos pelos impactos extremos

num determinado espaço geográfico e temporal, ameaçando sociedades ou parte dela (Alexander, 1993). Estas situações são, muitas vezes, desencadeadas por alterações de condições superficiais, internas ou atmosféricas, nomeadamente, destruição do coberto vegetal, impermeabilização de vastas áreas, obstrução de linhas de água, actividade vulcânica, furações ou tornados. É comum considerar, neste tipo de riscos, a identificação de áreas onde ocorreram eventos no passado como indicador de probabilidade de recorrência, uma vez que, com o passar dos anos verifica-se a repetição de fenómenos nas mesmas áreas (Pereira *et. al.*, 2008). No caso do Guia Metodológico, para além de outros factores a considerar, as cartas de susceptibilidade de nevoeiros, nevões, ondas de calor, secas, entre outras, são elaboradas com base nos registos cartográficos de ocorrências desses fenómenos e como tal a sua susceptibilidade é sustentada pela sua recorrência.

Assim, foram considerados 17 tipos de riscos naturais para a CMR que foram enquadrados em 4 grandes categorias, nomeadamente:

1. Meteorológica;
2. Hidrologia;
3. Geodinâmica interna;
4. Geodinâmica externa.

A primeira – meteorológica – inclui o risco de nevoeiro, nevões, ondas de calor, ondas de frio e secas.

Quanto à categoria de hidrologia, esta compreende o risco de cheias e inundações urbanas, cheias e inundações rápidas, cheias e inundações progressivas, inundações e galgamentos costeiros e inundação por *Tsunami*.

Para a geodinâmica interna, considera-se o risco de sismos, actividade vulcânica e radioactividade natural. Por fim a categoria de geodinâmica externa, a qual abarca os movimentos de massa em vertentes (desabamentos, deslizamentos e outros) e erosão costeira destruição de praias e sistemas dunares, recuo e instabilidade de arribas e colapso de cavidades subterrâneas naturais.

2.1.2 Riscos Tecnológicos

No que respeita a riscos tecnológicos, estes resultam de acidentes inesperados resultantes das actividades antrópicas (Julião *et. al.*, 2004) e abrangem uma vasta gama de riscos potenciais, nos quais se destacam os sectores da indústria química, da energia e transportes.

Pereira *et. al.* (2008, p.27) considera que a maior incidência de riscos tecnológicos encontra-se relacionada com uma superior concentração de actividades humanas dependentes de meios tecnológicos, os quais se apresentam como os principais causadores de danos.

O Guia Metodológico considera, assim, 16 riscos desta natureza, estruturados em três categorias, nomeadamente:

- Transportes: inclui acidentes rodoviários, ferroviários, fluviais e aéreos; acidentes no transporte terrestre de mercadorias perigosas e acidentes com transporte marítimo de produtos perigosos;
- Vias de comunicação e infra-estruturas: é representada pelos riscos de colapso de túneis, pontes e outras infra-estruturas; acidentes em infra-estruturas fixas de transporte de produtos perigosos (oleodutos e gasodutos), cheias e inundações por ruptura de barragens e colapso de galerias e, cavidades de minas;
- Actividade industrial e comercial: engloba o risco de acidente em áreas e parques industriais, acidentes que envolvam substâncias perigosas, degradação e contaminação dos solos com substâncias NBQ (Nucleares Biológicas e Químicas), acidentes em estabelecimentos de actividades sujeitas a licença ambiental, incêndios e colapsos em centros históricos e em edifícios com elevada concentração populacional, poluição atmosférica grave com partículas e gases, e por fim, emergências radiológicas.

2.1.3 Riscos Mistos

Por riscos mistos consideram-se todos aqueles que resultam da combinação de actividade humana com sistemas naturais (Julião *et. al.*, 2009). Para tal, foram aqui consideradas três categorias, designadamente: atmosfera, a qual inclui o risco de incêndios florestais; água e o risco de degradação e contaminação de aquífero, a degradação e contaminação de águas superficiais; solo, representado através do risco de erosão, degradação e contaminação.

2.2 SIG e Infra-estruturas de Dados Espaciais

2.2.1 Ciência da Informação Geográfica: SIG e Infra-estruturas de Dados Espaciais

As ciências da informação geográfica têm ganho terreno e, recentemente, têm-se destacado como um domínio científico e autónomo. Neste sentido, o termo ciências da informação geográfica corresponde aos fundamentos teóricos associados às tecnologias da informação

geográfica, nomeadamente, a produção e representação do conhecimento geográfico, teorias de bases de dados, métodos de análise espacial, técnicas de visualização da informação geográfica, entre outros (Painho, 2006b). Como componentes principais inclui as áreas de cartografia, posicionamento, sistemas de informação e computação gráfica (Matos, 2008).

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é utilizado para designar um sistema de informação que contém informação georreferenciada (Matos, 2008). Painho (2006a, p.27) apresenta uma definição mais tradicional e define SIG como um sistema composto por hardware e software, num ambiente institucional, que permite armazenar, processar, visualizar e analisar dados de natureza geoespacial (Figura 3).



Figura 3 – Definição tradicional de SIG (Painho, 2006a: p.27).

Resumidamente, SIG é a tecnologia utilizada no processamento de informação geográfica que engloba, a criação, partilha de dados e outras funções de execução de domínio digital (Goodchild, 2000), para além das funcionalidades referidas por Painho (2006a). É sem dúvida “uma das mais elaboradas ferramentas para a análise do território e de fenómenos de âmbito territorial” (Julião, 2001, p. 93), que associa informação estatística, administrativa, e política à informação gráfica representativa do território.

Segundo Goodchild (2003a), os SIG surgem com a necessidade de gerir e monitorizar o meio ambiente, datando dos anos 60 a constituição da primeira proposta, o *Canada Geographic Information System*. Este teve como objectivo armazenar um vasto conjunto de informação relativa à aptidão do solo a nível nacional.

Posteriormente, o *Harvard Laboratory for Computer Graphics* (HLCG), nos Estados Unidos, desenvolveu programas como o SYMAP (*Synagraphic Mapping System*), direccionado para uso de formatos raster e mais tarde o ODISSEY, para formatos vectoriais (Matos, 2008).

A ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) e a *Intergraph* (*Interactive Graphics*) destacam-se das demais empresas, em grande parte devido à sua disseminação internacional.

Outros grupos de importância internacional correspondem ao *US Army Construction Engineering Laboratories*, que desenvolveram o programa GRASS; a empresa MAPINFO e o IDRISI Project.(Matos, 2008).

Actualmente, os SIG apresentam-se difundidos pelas mais variadas áreas temáticas, destacando-se como vantagens mais importantes e referidas por Julião (2001) a:

- Capacidade de integração da componente espacial nos processos de decisão;
- Capacidade de articulação de diferentes fontes de informação e métodos de análise;
- Capacidade de resposta em tempo útil.

Tal como Matos (2008, p.1) afirma, a generalidade dos fenómenos são georreferenciáveis, o que oferece um campo de actuação vastíssimo e diversificado para um mesmo conjunto de componentes de modelação. Embora os modelos geográficos não representem exactamente a realidade tal como ela é, uma vez que existe sempre um erro associado, estes apenas se aproximam da realidade baseada na representação de elipsóides e outras funções matemáticas. Goodchild (2001, p. 2) explica a existência de erro associado através da actividade das placas tectónicas e movimentos da crosta terrestre. Assim sendo, a localização exacta baseada apenas na informação geográfica é de difícil determinação.

Geralmente a exploração da informação geográfica requer conhecimentos nas áreas de estatística, investigação operacional, sistemas periciais e de teoria de decisão. Na prática, a informação geográfica deve aproximar, generalizar e simplificar a representação da realidade, podendo esta ser descrita de diversas formas, com representação ilimitada, num contexto de base de dados geográficas em ambiente de SIG. Muita informação geográfica, nomeadamente, modelos de dados, têm sido implementados nas mais variadas disciplinas ou áreas de aplicação e alguns deles tornaram-se num produto standard, de muitos softwares de SIG.

Existem diversas áreas de aplicação dos SIG que podem dividir-se nos seguintes domínios de utilização de informação geográfica:

- Informação cadastral e infra-estruturas (Matos: 2008, p. 1) – que integram repositórios de características geográficas, com operações de monitorização e

gestão, para que o sistema siga uma série de procedimentos de gestão continuados (ex. cadastro predial, cartografia temática, etc.);

- Planeamento e gestão de recursos – que inclui uma diversidade de áreas, nomeadamente, ciências do ambiente, sociais e da economia, baseadas em sistemas de suporte à decisão. Engloba operações de análise espacial, cálculo e, modelação de fenómenos, apresentando monitorização e gestão esporádicas. (ex. elaboração de um PDM, Planos de Gestão Florestal, Geomarketing, etc.);
- Visualização de informação geográfica (Matos: 2008, p. 1) – a representação das características geográficas é feita de forma a privilegiar as características de comunicação (ex. cartografia impressa, apresentação de mapas e roteiros através da Web);
- Navegação (Matos: 2008, p. 1) – os requisitos operacionais a utilizar influenciam de forma decisiva na modelação, servindo de apoio à movimentação e pesquisa directamente no mundo real (ex. SIG para navegação em navios ou em automóveis).

Os SIG, actualmente, destacam-se pela sua relevância na compreensão e conhecimento dos processos relacionados com o território.

Neste contexto, a resposta a situações de emergência e a minimização do risco, o apoio à decisão integrado e coerente, em tempo útil é facilitado com a integração de informação e métodos de análise num ambiente de um SIG.

No que diz respeito aos objectivos do presente estágio, o papel a desempenhar pelo SIG é de superior importância ao nível da integração e armazenamento da informação relacionada com a CMR, permitindo uma análise a diferentes escalas (local, regional e nacional), bem como a monitorização e gestão do sistema de forma a seguir uma série de procedimentos de gestão. Para além disso, deve possuir, igualmente, funções de modelação de fenómenos naturais e operações de análise espacial de suporte à decisão, proporcionando, ainda, a sua visualização através da *web*. Nos tópicos referentes à definição do modelo a propor (Capítulo 3.), serão descritos, com maior detalhe, as suas funcionalidades e procedimentos que cada nível do SIG deverá executar.

2.2.1.1 A Evolução dos SIG no contexto das Infra-estruturas de Dados Espaciais

Na década de 90, a explosão da *Internet* converte os SIG numa nova perspectiva de partilha de informação, o que veio revolucionar o mundo das tecnologias da informação (Figura 4). Em 1995, a comunidade norte americana de SIG investe fortemente em infra-estruturas de suporte e partilha de informação geográfica, existindo, actualmente, inúmeros *websites* que disponibilizam informação geográfica válida, gratuita e pronta a ser utilizada (Goodchild, 2003b).

From GIS to SDI

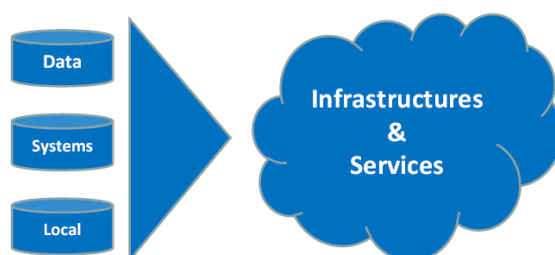


Figura 4 – Evolução do SIG para Infra-estruturas de Dados Espaciais (Julião, 2009).

Hoje em dia, a rápida evolução das tecnologias da informação e comunicação nas sociedades modernas, superaram grandemente as expectativas no que respeita o fluxo de informação. Tal como já foi referido, a informação é de elevada importância no seio de uma instituição. A integração de SIG numa perspectiva de partilha de informação através de infra-estruturas que as suportem é um passo no sentido de potenciar a sua utilização, de uma forma mais eficiente e eficaz. Deste modo é pertinente, no âmbito deste trabalho, referenciar as IDE, por se tratar de um tema com que de alguma forma está relacionado com o modelo proposto.

A definição de uma IDE é um processo que se caracteriza por uma ausência de consenso entre autores, a qual se deve, em grande, à sua aplicabilidade multidisciplinar. Segundo a *Global Spatial Data Infrastructure* (GSDI: 2004, p. 8), uma IDE define-se como um sistema que corresponde ao conjunto de tecnologias, políticas e acordos institucionais que facilitam a disponibilização e o acesso a dados espaciais e onde são fornecidos os instrumentos necessários à pesquisa de dados, avaliação e aplicações para utilizadores e produtores de diferentes níveis, designadamente, administração pública, sector comercial, sector não-lucrativo, sector académico e cidadãos em geral.

De acordo com Afonso (2008; p. 15), uma IDE pode ser encarada como uma iniciativa ou uma ferramenta, caracterizada pelas palavras-chave: coordenação, interoperabilidade, rede e partilha.

O desenvolvimento de IDE Nacionais permite e facilita o acesso a grandes quantidades de informação espacial, bem como a ferramentas de visualização e exploração da mesma. Torna-se assim possível que o universo de utilizadores (técnicos, agentes decisores e público em geral) tenha acesso a recursos e serviços que conduzam a um incremento de participação nos processos de tomada de decisão. Existe, também, a vantagem de que toda a informação produzida e válida de ser utilizada, possa ser partilhada, de forma a estimular a cooperação entre os diferentes países ou estados membros, distritos, concelhos e entidades públicas ou privadas (Jacoby et. al., 2002).

Assim sendo, é produzido um esforço no sentido de evitar a duplicação de produção de informação, integrando-a e validando-a conforme as regras estabelecidas pelos agentes produtores de informação e de acordo com as políticas estabelecidas a diferentes níveis administrativos (ex. nacional ou europeia), as quais assinalam como objectivo o de maximizar todos os recursos disponíveis.

Contudo é necessário ter um modo eficaz de busca dos dados já que estes são numerosos e crescem a uma velocidade estrondosa.

Quanto às suas dinâmicas internas, as IDE devem caracterizar-se por uma relação hierárquica entre os diferentes níveis presentes. A articulação destes deve ser feita através das relações de cooperação e dependência entre instituições ou níveis da administração. Uma IDE apresenta diferentes níveis hierárquicos, incluindo o nível global, regional, nacional, estatal, local e institucional/corporativo (Figura 5). As principais razões de uma IDE apresentar estrutura hierárquica são devidas à existência desses níveis administrativos ou de governação.

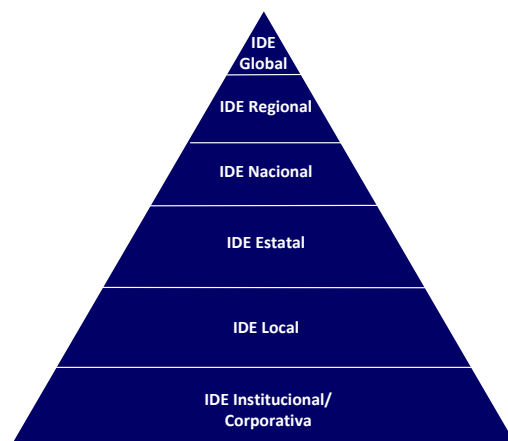


Figura 5 – Estrutura hierárquica nas IDE (adaptado por Rajabifard *et al*, 2000; p. 5).

Como é de esperar, existem diferentes formas de representar sistemas organizados hierarquicamente, no entanto, todas possuem a função de desagregação da complexidade em sub-sistemas mais pequenos que os torna mais eficientes na resolução de problemas (Rajabifard, 2002). Desta forma, a estrutura hierárquica permite uma diminuição do tempo necessário para o processamento, facto que se reflecte na rapidez da resposta dada. Para além disso, um sistema com esta característica apresenta-se mais estável do que um não hierárquico com o mesmo número de elementos. É neste campo que a existência de diferentes níveis regionais traz benefícios na sua resposta.

Segundo Rajabifard (2002, p. 56), existem duas visões na forma como é explorada a relação entre os diferentes níveis, a saber: a *building blocks* ou alicerces e a *umbrella* ou guarda-chuva. No primeiro caso, *building blocks*, o nível superior é dependente dos níveis inferiores, ou seja, estes alimentam com informação os níveis superiores e assim sucessivamente, um pouco à imagem de uma pirâmide (Figura 6). Na visão *umbrella* ou guarda-chuva, o nível superior contém todos os outros hierarquicamente inferiores (Figura 7). Assim sendo, os princípios ou componentes de uma IDE dependem do nível superior ou global.

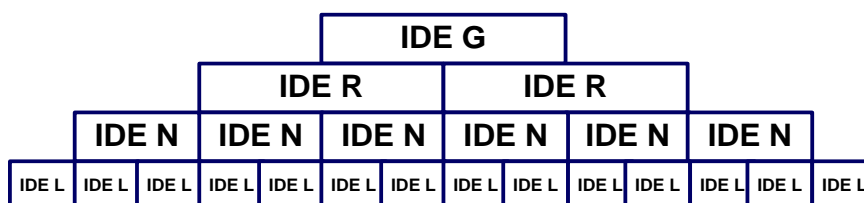


Figura 6 – Visão *building blocks* ou alicerces (Rajabifard: 2002, p. 57).

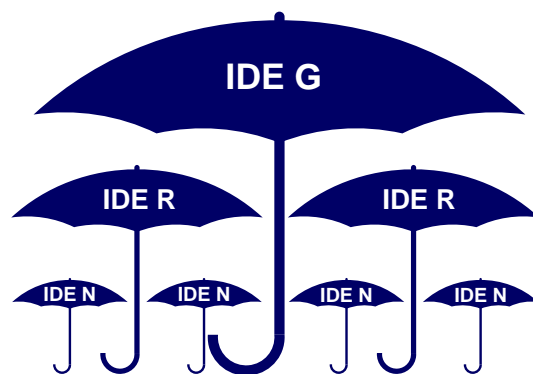


Figura 7 – Visão *umbrella* ou guarda-chuva (Rajabifard: 2002, p. 57).

Independentemente destas duas visões, uma IDE é entendida como uma estrutura sem barreiras, espaço onde os utilizadores podem ter acesso a dados de diversos níveis hierárquicos ou de governação, uma extensa variedade temática, de escalas, formatos ou áreas geográficas pretendidas, independentemente da localização hierárquica dos seus utilizadores (Rajabifard, 2002).

O conhecimento da natureza e componentes de uma IDE é fundamental para o seu desenvolvimento e por essa razão, a sua identificação apresenta-se como prioritária. Claro está que consoante a natureza da IDE, quer seja ao nível jurídico, económico, organizacional ou tendo em conta a sua escala, esta apresenta variações significativas nas componentes que engloba (Jacoby e tal, 2002).

Segundo Coleman e McLaughlin (1997), uma IDE global apresenta como componentes as políticas, a tecnologia, as normas e os recursos humanos. Já a GSDI (2004) apresenta uma visão diferente, através da qual uma IDE global deve abarcar as componentes, normas emergentes e existentes, soluções normalizadas de software *open-source* ou comercial e as boas práticas.

Segundo a *Australian and New Zealand Land Information Council* (ANZLIC), uma IDE nacional deve ser constituída por quatro componentes: estrutura organizacional, standards, dados de referência e redes de servidores de dados. Compvoets *et. al.* (2004, p. 666) admite, por sua vez, que uma IDE deve possuir cinco componentes: política, rede de acesso, standards, pessoas e dados (Figura 8). A Infra-estrutura de Dados Espaciais de Espanha (IDEE) defende um tipo de abordagem diferente, distinguindo princípios e componentes. Como componentes destaca os dados, metadados e serviços, e como princípios a estrutura institucional, as normas, a tecnologia e a política de dados. Embora seja dada maior importância à componente tecnológica (rede de acesso, política, standards, etc.), é

imperioso não esquecer a componente humana, já que são as necessidades dos utilizadores o principal estímulo do desenvolvimento de uma IDE.

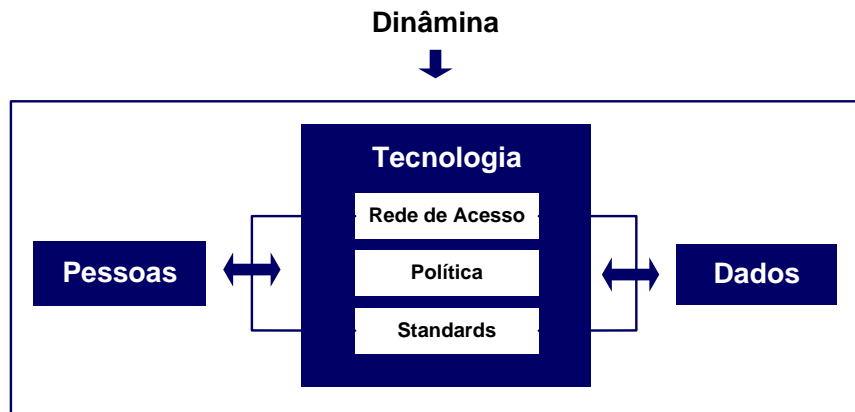


Figura 8 – Relação entre componentes de uma IDE (adaptado de Rajabifard, 2002; p. 29)

Relativamente ao modelo proposto pelo presente trabalho, a lógica de uma IDE é determinante para o alcance do seu objectivo, que é o de promover o fluxo de informação relativa à CMR, dentro dos organismos, neste caso, entre os municípios, governos civis e Ministério da Administração Interna ou com o exterior, através do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG).

2.2.2 SIG e Infra-estruturas de Dados Espaciais na Actualidade

As tecnologias de informação geográfica, nomeadamente, os SIG aliados às IDE, assumem, actualmente, um papel importante nas diversas organizações, registando-se uma clara mudança de paradigma nas políticas de gestão e partilha de dados.

Para o caso do contexto europeu, são várias as iniciativas relacionadas com esta temática, as quais promovem a expansão destas tecnologias.

- A década de 90 marca o aparecimento da EUROGI – *European Umbrella Organisation for Geographical Information*, organização não-governamental que tem como missão representar a comunidade europeia da informação geográfica. Como principal missão, os seus fundadores procuram assegurar a boa governação, o desenvolvimento social e a sustentabilidade e protecção do ambiente (EUROGI, 2010). A sua actuação relaciona-se com os aspectos legais e standards, divulgação de informação, contactos com outros países da Europa de Leste e criação/manutenção de directórios sobre instituições, projectos, investigadores e dados relativos a Informação Geográfica (Julião, 2001);

- A *Association Geographic Information Laboratories Europe* (AGILE) surge em 1998 com o objectivo de promover o ensino e a investigação em matérias relacionadas com os SIG, bem como, divulgar as actividades, nomeadamente, encontros e conferências entre os centros de investigação de informação geográfica europeus (AGILE, 2010);
- A *Eurogeographics* é uma organização não-governamental que surge em 2001 e que representa as organizações nacionais de cartografia e cadastro. Actualmente é constituída por 52 membros de 43 países e tem por objectivo o desenvolvimento de uma IDE europeia com a colaboração de dados espaciais relativos ao cadastro, informação territorial e informação topográfica (Eurogeographics, 2010).
- A *European Network on Geographic Information Enrichment and Reuse* (eSDI-Net plus) é um projecto europeu que tem como objectivo reunir os principais intervenientes nas IDE europeias, de forma a partilhar conhecimentos através de uma plataforma de comunicação, do nível local ao nível global. Este projecto define e identifica exemplos de boas práticas, segundo perspectivas de especialistas em toda a Europa, para a criação de normas e directrizes;
- A Directiva INSPIRE (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in *E*urope), iniciativa lançada em 2001, pela comissão europeia, envolvendo os Estados-Membros, os países em vias de adesão e alguns grupos de interesse ao nível local e regional, bem como, as seguintes instituições europeias: *European Commission DG Environment*, a *EUROSTAT*, *Institute for Environment and Sustainability* (IES), o *Joint Research Center* (JRC), a *European Environment Agency* (EEA). A sua finalidade é a disponibilização da informação geográfica para permitir uma análise de todo o território europeu, sem que haja fronteiras entre os países envolvidos.

No contexto internacional é importante referenciar o *Open Geospatial Consortium* (OGC). Trata-se de uma organização internacional sem fins lucrativos, líder no desenvolvimento de normas e especificações de interfaces abertas sobre a informação geográfica, para uso generalizado. Actualmente conta com 399 organizações que participam no desenvolvimento de interfaces *standards* (OGC, 2010).

2.2.2.1 Directiva INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe)

A Directiva INSPIRE (2007/2/CE) do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de Março de 2007, em vigor desde 15 de Maio de 2007, requer uma análise de maior detalhe, uma vez que compreende todo o enquadramento legal relativo à informação geográfica e sua disponibilização. Neste sentido, importa descrevê-la, detalhadamente, e enquadrá-la no âmbito do presente trabalho.

Como princípio, visa criar um enquadramento jurídico para o estabelecimento e funcionamento de uma infra-estrutura de dados geográfica, à escala europeia, que forneça informação relativa ao sector público, tendo por objectivo o acompanhamento e avaliação das políticas comunitárias a diversos níveis hierárquicos.

Foca a sua atenção para as necessidades de informação geográfica em relação às políticas ambientais comunitárias e às actividades susceptíveis de terem impacto ambiental, embora a sua expansão seja prevista a outros sectores (transportes, agricultura, etc).

Para além do já referido, é o primeiro passo no sentido de se criar a *European Spatial Data Infrastructure* (ESDI) e outras IDE nacionais, com o objectivo de cada Estado Membro contribuir, com a sua IDE, no desenvolvimento da ESDI.

Apresenta-se como principal garantia de qualidade dos dados espaciais relativamente à sua compatibilidade e utilização num contexto comunitário e transfronteiriço, segundo uma estrutura normativa bem definida de aplicação comum em diversos domínios específicos (metadados, especificações de dados, serviços de rede, serviços de partilha e, monitorização e respectivos relatórios).

Facilita os cidadãos europeus na pesquisa, através da *Internet*, de informação útil sobre temas relacionados com o Ambiente e outras temáticas, permitindo, também, que as autoridades públicas beneficiem mais facilmente de informação produzida por outros organismos públicos ou privados (Ferrão, 2007).

Possibilita que um conjunto alargado de utilizadores identifique e aceda à informação geográfica, oriunda de diversas fontes e de diferentes níveis de administração (local, regional, nacional, supra-nacional).

É destinada a utilizadores com responsabilidades nos organismos públicos europeus, bem como aos cidadãos. Por esse facto, devem-se considerar um conjunto de serviços que permitam a pesquisa de conjuntos e serviços de dados geográficos, com base no conteúdo

dos metadados e respectiva visualização, a visualização de temas, a sobreposição de informação de diferentes fontes, o descarregamento e acesso directo às cópias integrais ou parciais, transformação com vista a garantir a interoperabilidade e análise espacial e temporal (Directiva INSPIRE, 2007). Estes serviços devem ter em conta os requisitos dos utilizadores, a fim de estabelecer as devidas permissões de acesso à informação geográfica, bem como, serem fáceis de utilizar e estarem acessíveis, via *Internet*, ou por meio de qualquer comunicação adequado.

Incidindo sobre informação espacial da responsabilidade das instituições públicas dos Estados Membros, referente a um conjunto de temas distribuídos por três anexos que abrangem dados espaciais de natureza trans-setorial e dados espaciais específicos do sector ambiental, designados por categorias temáticas, enumeradas nos Anexos I, II e III da Directiva INSPIRE (Anexo II) e está a ser realizada faseadamente, tal como consta na Tabela III.1 (Anexo III). Os Anexos incluem 34 tipos diferentes de dados espaciais classificados nos três grupos (Anexo I, Anexo II e Anexo III) que correspondem a diferentes níveis de prioridade. Os dados do Anexo I deverão ser preparados e disponibilizados prioritariamente, sendo os restantes anexos referidos implementados mais tarde (Tabela III.1, Anexo III).

Os utilizadores podem pesquisar através do geoportal (Figura 9), criado no âmbito do projecto, toda a informação referente aos dados, serviços e organizações. Embora o geoportal não armazene a informação geográfica em si, este encontra-se ligado aos dados que se encontram distribuídos nos diversos serviços por toda a Europa.



Figura 9 – Geoportal do INSPIRE. (INSPIRE, 2010).

Em Portugal o Instituto Geográfico Português (IGP) é o organismo responsável pelo desenvolvimento de mecanismos necessários à implementação da Directiva. Esta apresenta os seguintes princípios (IGP, 2010):

- Os dados devem ser recolhidos uma única vez e actualizados no nível onde possa ter maior eficácia;
- A informação geográfica proveniente de diferentes fontes deve ser combinada de forma transparente, através da Europa, e partilhada por diversos utilizadores e aplicações;
- Deve ser possível a partilha de informação recolhida a um determinado nível com todos os outros níveis, detalhada para análises detalhadas e geral para objectivos estratégicos;
- A informação geográfica de suporte à governação, a todos os níveis, deverá ser abundante e disponível sob condições que não restrinjam o seu uso generalizado;
- A informação geográfica disponível, tem que ser facilmente identificável, devendo ser fácil analisar a sua adequabilidade para um determinado uso, bem como as respectivas condições de acesso e utilização;
- A informação geográfica deverá tornar-se o mais perceptível possível, facilitando a interpretação através de documentação adequada e poder ser visualizada no contexto apropriado e de forma amigável para o utilizador.

2.2.2.2 Casos Bem Sucedidos na Implementação de Modelos de SIG

Sendo o principal objectivo deste estágio a criação de um modelo de implementação de um SIG, para gestão da CMR à escala nacional, é pertinente abordar metodologias de casos bem sucedidos, de realidades semelhantes, num contexto nacional e internacional.

Houve a tentativa de apresentar um exemplo para cada nível (local, regional e nacional) de forma a facilitar a definição da metodologia aplicada no modelo proposto, no entanto os casos considerados correspondem a exemplos de âmbito local.

2.2.2.2.1 Geoportal do Concelho de Renfrewshire - Caso Internacional

O concelho de *Renfrewshire*, é um dos maiores da Escócia, sendo o líder na promoção de serviços online a entidades externas, públicas ou privadas e cidadãos, bem como a utilização de *Intarnet* (Figura 10) nos serviços internos do município (ESRI Reino Unido, 2010).

Com o intuito de facilitar o acesso à informação geográfica através do portal, possibilitando a partilha de informação a todos os departamentos da Câmara criam, em 2001, um SIG que

permite o acesso a vários níveis de funcionalidades (visualização, edição e avançado), um servidor onde é armazenada a Base de Dados Geográfica (BDG) e um visualizador de mapas no portal da câmara. O nível avançado apresenta permissões de gestão da BDG, que permite relacionar a Base de Dados (BD) alfanumérica com a BDG e uma variedade de funcionalidades como, análises espaciais avançadas e, cálculos e processamentos complexos. Os níveis de edição e visualização não têm permissão de gestão da BDG, estando apenas possibilitado, o nível de edição, a funcionalidades de edição e o nível de visualização, a funcionalidades de visualização.

Numa perspectiva de partilha de dados espaciais o município de *Renfrewshire* converge para uma lógica de interoperabilidade dos softwares utilizados e dos dados espaciais que produz, facilitando a integração com outras aplicações informáticas existentes no mercado.



Figura 10 – *Internet* da Câmara de *Renfrewshire*. (Fonte: ESRI Reino Unido, 2010).

A existência destas tecnologias que facilitam a disponibilização de informação, pelos departamentos da câmara e utilizadores externos, são uma contribuição significativamente positiva para melhorar a resposta às necessidades dum município.

2.2.2.2.2 Alo Digital – Servidor de Informação Territorial - Caso Nacional

O Alo Digital corresponde a uma visão integrada para um servidor municipal de cada um dos municípios de Amadora, Loures, Odivelas e Vila Franca de Xira, dotando-os com os recursos técnicos necessários para disponibilizar na *Internet*, ao cidadão, a informação de natureza territorial. Este apresenta como principais funcionalidades (ESRI Portugal, 2010):

- A consulta de um roteiro municipal;
- A consulta do PDM;
- Emitir plantas de localização *online*.

Com base nos objectivos definidos neste projecto a solução adoptada passou pelo desenvolvimento de três componentes essenciais (ESRI Portugal, 2010):

- O SIG, que permitem, através do portal, criar e disponibilizar o conhecimento geográfico necessário, gerar mapas e efectuar a análise espacial;
- O servidor da BDG, que permite o armazenamento e gestão de dados espaciais;
- O portal de mapas e funcionalidades, que permite disponibilizar as plantas de PDM e dar acesso à informação ao cidadão.

O modelo implementado, baseia-se numa solução de tecnologia já existente nos municípios, garantindo em cada um e no centro de dados comum, a existência de um SIG com funcionalidades de edição, um servidor de base de dados geográfico e um visualizador de mapas através do portal de mapas.

Os serviços criados no portal de mapas, têm por base, na sua maioria, os projectos SIG criados no SIG municipal e no centro de dados comum, utilizando assim todas as configurações e especificações já definidas. O servidor de dados geográfico, disponibiliza, por sua vez, os dados para os projectos de *ArcGIS*.

Os três serviços a criar no portal irão obedecer a uma estrutura comum, ainda que sejam disponibilizados independentemente em cada um dos sites municipais.

Em termos de botões de interacção com o mapa, o conjunto de funcionalidades descritas apresenta-se na Figura 11.



Figura 11 – Barra de ferramentas do portal. (Fonte: ESRI, 2010).

A existência destes portais geográficos onde é disponibilizada informação ao cidadão terá uma contribuição significativa para melhorar e normalizar a qualidade dos serviços prestados pelas autarquias aos seus munícipes (ESRI, 2010).

2.2.2.3 As Boas Práticas de Projectos de IDE na Europa

Os exemplos que se referem de seguida ilustram alguns casos de sucesso, vencedores dos prémios de boas práticas de IDE 2009, organizado pela eSDI-Net plus (*European Network on Geographic Information Enrichment and Reuse*) financiado pelo programa eContent plus da União Europeia. Estes exemplos permitem retirar alguns ensinamentos relativos à metodologia e processos de implementação da proposta de modelo que se pretende apresentar.

2.2.2.3.1 Infraestrutura de Dades Espacials de Catalunya (IDEC), o Exemplo Espanhol

A Infra-estrutura de Dados Espaciais da Catalunha (IDEC) é a plataforma de intercâmbio e partilha da informação geográfica através da *Internet* (Figura 12). Nela participam mais de metade dos municípios e uma grande parte das instituições públicas e privadas da região da Catalunha. A sua principal função é proporcionar o acesso e busca de dados geográficos existentes, bem como, a sua manipulação por meio da *Internet*. É a plataforma que difunde a informação disponível e produzida pela administração, promovendo o seu uso tanto na própria administração como no sector privado (IDEC, 2010).

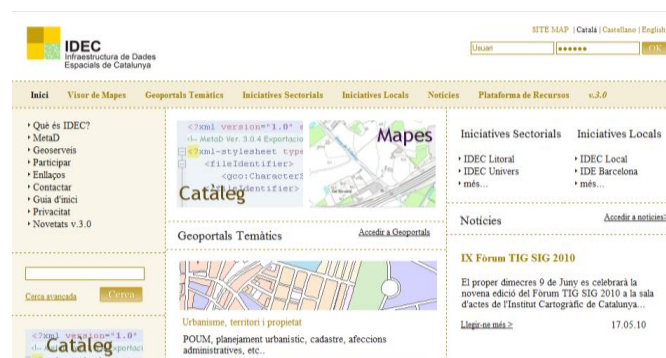


Figura 12 - Geoportal da IDEC (IDEC, 2010).

A IDEC foi formalmente criada pela Lei 16/2005, de 27 de Dezembro, sobre a informação geográfica e o *Instituto Cartogràfic de Catalunya* (ICC), aprovado pelo Parlamento da Catalunha, seguindo as orientações da Directiva INSPIRE. Os objectivos específicos são (IDEC, 2002: p. 15):

- Inventariar, catalogar e normalizar a informação geográfica disponível, bem como, criar metadados actualizados;
- Utilizar a rede para criar os meios adequados para pesquisar, visualizar e avaliar as diferentes tipologias de dados e os meios necessários para aceder a esses dados;
- Difundir o conhecimento e o uso de informação geográfica pelas instituições e pelos cidadãos.

Através desta IDE é possível estabelecer ligações entre os departamentos do Governo Regional, departamentos do Governo Espanhol, as entidades locais, outras entidades privadas, outros utilizadores (Ex. universidades, cidadãos) e entre o centro de suporte da IDEC (Figura 13). Desta forma o fluxo de informação geográfica é feito através do geoportal e entre vários níveis: Local, Regional e Nacional. O geoportal encontra-se organizado em várias secções, designadamente, catálogo de metadados, visualizador de informação geográfica, geoserviços e aplicações. O catálogo de metadados contém milhares de metadados que descrevem as cartas publicadas, com especial destaque para os ortofotomapas, mapas topográficos do ICC e outras cartas temáticas, nomeadamente, dados relacionados com a gestão costeira, cadastro, entre outras. O visualizador de informação geográfica funciona através do portal e permite aos utilizadores visualizar a informação geográfica por meio de representação de uma imagem, de uma área pretendida. Os geoserviços existentes dividem-se em três tipos e correspondem ao conector de catálogos, que permite localizar e identificar metadados de outros catálogos de metadados, de outras IDE; o Serviço de Processamento na Web ou o “*Web Processing Service*” (WPS), é uma especificação que descreve a forma de realizar geoprocessamentos distribuídos através do protocolo “HTTP”; por último, o Serviço na Web ou “*Web Service*” que corresponde a uma interface capaz de receber e executar pedidos mediante linguagem XML (“*eXtensible Markup Language*”), através de protocolos de rede (HTTP, FTP ou SMTP). As aplicações englobam processamentos mais complexos com acesso restrito de utilizadores.

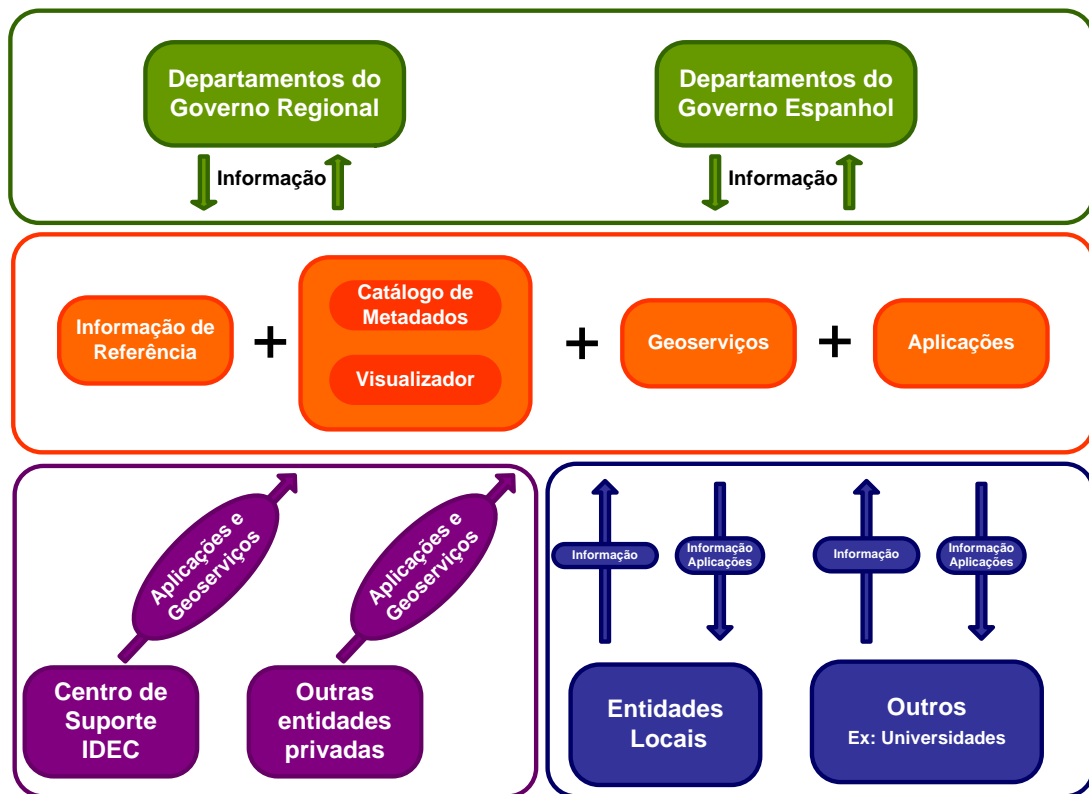


Figura 13 – Estrutura funcional da IDEC (eSDI-Net plus, 2010).

A IDEC integra os elementos que formam parte de uma IDE, de acordo com a perspectiva actual, que contribuíram para receber o prémio de boas práticas do *eSDI-Net plus*. Assim apresentam como componentes (IDEC, 2002):

- Catálogo de metadados;
- Produtos e serviços;
- Servidor *Web*;
- Portal de *Internet*;
- Serviços de acesso aos dados, produtos e serviços;
- Registo e certificação;
- Acordos, organizações e normas;
- Mercado SIG.

A IDEC contempla o desenvolvimento de IDE temáticas, neste caso sectoriais, que são vocacionadas para um determinado sector e que se caracterizam pela especificidade temática. São elas a:

- IDEC Local – para acolher serviços das administrações locais;
- IDE *Univers* – para criar uma IDE de partilha e interoperabilidade de informação geográfica que se produz nas universidades e centros de investigação;
- IDEC *Costes* – para melhorar o acesso à informação da comunidade de utilizadores que participa na transformação e gestão de zonas costeiras;
- IDEC ICC – consiste num catálogo e num gestor de dados para facilitar a pesquisa e visualização de informação produzida pelo ICC.

Tendo como objectivo integrar, através da *Internet*, os dados, metadados e serviços produzidos na região da Catalunha, constitui o “guarda-chuva” de uma grande diversidade de IDE temáticas ou especializadas em domínios específicos, que contribuem com os seus recursos, ampliando a rede de fornecedores de dados e serviços. O trabalho com a informação geográfica na rede IDEC permite simplificar os procedimentos de localização, acesso, e utilização da informação produzida pelos diferentes agentes, simplifica os serviços que têm por base esta informação, abrindo possibilidades ilimitadas para a criação de novos serviços.

Embora ainda seja necessário um longo caminho para a participação de todos os municípios da Catalunha, verifica-se que os principais estão envolvidos, exceptuando-se aqueles que apresentam pequenas dimensões.

2.2.2.3.2 Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG)

O Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG) é um dos casos pioneiros de IDE de carácter nacional no mundo. Foi criado através do Decreto-Lei n.º 53/90, de 13 de Fevereiro, sendo o primeiro a ser disponibilizado na *Internet*, em 1995.

O SNIG representa o primeiro pilar para a implementação da Directiva INSPIRE e tem por objectivo proporcionar, através do seu geoportal (Figura 14), a pesquisa, a visualização, e a exploração da informação geográfica sobre o território nacional. Corresponde ao espaço de contacto que dinamiza, articula e organiza as actividades ligadas a esta temática, quer seja em território nacional, quer seja no contexto europeu da Directiva INSPIRE. (SNIG, 2010).



Figura 14 - Geoportal do SNIG (SNIG, 2010).

Actualmente o SNIG segue o disposto pelo Decreto-Lei n.º 180/2009, de 7 de Agosto, que transpõe a ordem jurídica da Directiva INSPIRE e revoga o anterior Decreto-Lei n.º 53/90. O organismo responsável pela coordenação e dinamização do SNIG é a Direcção de Serviços de Investigação e Gestão da Informação Geográfica (DSIGIG), do IGP e utiliza o geoportal como ligação entre parceiros. Este apresenta-se estruturado em quatro secções:

- Catálogo – destina-se à pesquisa e consulta de metadados e através deles permite conhecer a existência, disponibilidade e avalia a informação geográfica;
- Visualizador – proporciona a disponibilização de mapas de Portugal e de outras partes do mundo, disponíveis em diversos servidores;
- Aplicações – esta secção engloba um conjunto de aplicações temáticas que permite visualizar e analisar mapas, bem como, ter acesso a aplicações de geoprocessamento, edição, entre outros;
- Geocomunidade – integra informações e ligações a projectos e actividades de informação geográfica, nomeadamente, a rede INSPIRE e um conjunto de canais do SNIG.

Por ser uma iniciativa pioneira, a nível mundial, o SNIG é uma mais-valia no desenvolvimento de estruturas de carácter nacional, para os mesmos ou outros níveis hierárquicos ou sectoriais, de outras IDE.

Segundo o relatório anual de 2009, do *eSDI-Net plus*, o SNIG apresenta aspectos tecnológicos evidentes, em particular, a qualidade e quantidade de dados e serviços. O mesmo relatório verificou que nos últimos anos as questões de acessibilidade e sustentabilidade, bem como, a educação têm sido fundamentais na sua recente fase de desenvolvimento (eSDI-Net, 2009).

Importa referir que o SNIG irá desempenhar um papel fundamental no que respeita à disponibilização da informação geográfica, no âmbito do modelo proposto, servindo como plataforma disponibilizadora da cartografia de risco.

2.2.2.4 Conclusões

A análise das diversas metodologias acima descritas permite concluir que ambas as situações apresentam realidades diferentes, encontrando-se adaptadas às especificidades do seu próprio desenvolvimento e nível institucional. No entanto, e apesar dessas diferenças, todas apresentam semelhanças entre si que permitem dar indicações úteis no desenvolvimento e implementação de uma nova metodologia, que correspondem:

- Aos objectivos que fundamentam o desenvolvimento dos projectos. Na generalidade dos casos os objectivos são o de promover o desenvolvimento económico, a introdução de melhorias na governação e o desenvolvimento sustentável do território abrangido pelo projecto;
- Ao elevado investimento inicial, sobretudo nos casos em que há maior necessidade de aquisição, normalização e gestão de conjuntos de dados espaciais, bem como, a aquisição de tecnologia. Os custos tendem a diminuir à medida que os projectos evoluem, passando a ser apenas relativos à coordenação, manutenção e suporte;
- Ao desenvolvimento dos projectos. Todos eles passam por diferentes etapas que incluem a inventariação e sistematização dos dados geográficos, a sua catalogação com metadados, e por fim a sua disponibilização em geoportais.

Os diferentes projectos apresentam, vários níveis hierárquicos, sendo que, o Geoportal de *Renfrewshire* e o *Alo Digital* correspondem a projectos de enquadramento local, o IDEC é desenvolvido no âmbito regional e o SNIG enquadra-se no nível nacional. O geoportal de *Renfrewshire* e do *Alo Digital* correspondem a metodologias que podem fundamentar a estrutura do modelo proposto no nível local.

O IDEC difere dos exemplos anteriores por pertencer a regiões de extensas áreas, o que permite uma percepção da grande diversidade de realidades, quer a nível económico,

paisagístico e social. O SNIG corresponde, por sua vez, ao mais elevado estado de maturidade das IDE apresentadas, o que o torna um exemplo, como referência, a seguir.

Apesar dos benefícios económicos verificados do desenvolvimento destas iniciativas, as metodologias de análise ainda não estão suficientemente amadurecidas. É fundamental ter em conta o investimento na sua implementação e desenvolvimento, de forma a perceber qual o momento em que se verifica o retorno do investimento.

Num estudo realizado pelo *Joint Research Center* (2008, p. 41), actualmente a principal contribuição da IDEC é aumentar a eficiência dos serviços e melhorar a transparência dos processos administrativos. Os benefícios são visíveis a nível de redução do tempo, por parte dos cidadãos e empresas e, nas consultas internas de pesquisa de informação geográfica. O mesmo estudo demonstrou ter havido redução de custos, nomeadamente, em consumíveis (papel e tinta para impressão de mapas), bem como, o aumento da motivação dos utilizadores relacionados com a IDEC. Importa, contudo referir que este estudo possui um universo temporal curto e por essa razão se deve ter em atenção, a forma como se interpretam os seus resultados.

Outro aspecto importante que não deve ser descurado, por limitar grandemente a quantificação dos benefícios económicos é a dificuldade em atribuir custos a algumas variáveis, nomeadamente, ao tempo dispendido, à eficiência dos serviços na resposta aos pedidos efectuados e à motivação dos utilizadores, que são responsáveis indirectos no desenvolvimento e sucesso das sociedades.

3 Proposta de Implementação de um Modelo de SIG para a Gestão da CMR à Escala Nacional.

3.1 Enquadramento

Este capítulo apresenta a proposta de implementação de um modelo para um SIG nacional em Portugal, que assenta em conteúdos verificados nos capítulos precedentes e que servem de enquadramento para o seu desenvolvimento. O modelo apresentado converge para uma visão mais ampla de um SIG, apresentando-se como um sistema dinâmico e aberto às diversas entidades públicas envolvidas, em matérias relacionadas com riscos, seguindo alguns princípios e características presentes numa IDE.

Numa primeira fase apresentam-se os objectivos e o enquadramento institucional da proposta, servindo de base para a estruturação do modelo. Posteriormente expõe-se o modelo conceptual e a respectiva arquitectura, onde se enumeram as diferentes tarefas e funcionalidades que o modelo deve apresentar. Por fim efectua-se uma reflexão tendo em conta às expectativas esperadas e respectivas críticas a assinalar.

3.2 Objectivos

O presente trabalho visa apresentar uma proposta para a criação de um modelo de um SIG, à escala nacional, para a gestão da CMR e enumera como objectivos:

- A transferência e integração, ao nível dos municípios, governos civis, ANPC e Ministério da Administração Interna, de toda a CMR a ser produzida nos municípios;
- A constituição de uma base de dados geográfica interoperável, de partilha e análise a diferentes escalas (municipal, supramunicipal, nacional e comunitária), respeitando as orientações estabelecidas na Directiva INSPIRE (2007/2/CE);
- Evitar a duplicação de informação geográfica no sentido de diminuir custos associados à sua produção ou aquisição, garantindo a sua actualização permanente;
- A definição das funcionalidades que o SIG deve apresentar e respectivos procedimentos a executar para a uniformização da informação geográfica em cada nível do modelo;

- A disponibilização dos metadados da CMR, através do portal do SNIG e do disponibilizador interno do MAI, a outras entidades públicas, entidades privadas e cidadãos em geral;
- A disponibilização da CMR através do visualizador do portal do SNIG e do disponibilizador interno do MAI, a outras entidades públicas, entidades privadas e cidadãos em geral;
- A comercialização da CMR no portal do SNIG e do disponibilizador interno do MAI a entidades privadas e cidadãos;
- A oferta de diversas aplicações (edição, geoprocessamento, etc.) por via do portal do SNIG apenas às entidades que apresentem as devidas permissões;
- A melhoria da eficácia e eficiência das decisões tomadas no território nacional, nomeadamente, as relacionadas com o planeamento de emergência, a reformulação dos PME e dos PDM ou em qualquer actuação no ordenamento ou planeamento do território.

Este modelo apresenta-se como um SIG aberto e dinâmico onde se regista a presença de interoperabilidade, partilha e disponibilização de dados. Geralmente um SIG é voltado para o funcionamento e necessidades internas de uma organização e como tal, através do presente modelo, pretende-se que haja um fluxo de informação entre os diferentes níveis de administração envolvidos e segundo permissões de utilização a entidades privadas e cidadãos. Assim, a informação produzida em qualquer nível de administração ficará disponível para todos os níveis, facilitando o seu acesso, sendo este pretendido por um grande número de utilizadores.

3.3 Apresentação do Contexto em que se Insere o Modelo

O âmbito da proposta apresentada insere-se em entidades de cariz públicas que lidam, no seu dia-a-dia, com problemas relacionados com o risco. Como referido, em capítulos anteriores, as entidades envolvidas na proposta do modelo a implementar são os municípios, os governos civis, a ANPC, o MAI, o SNIT, sob gestão da DGOTDU e o SNIG gerido pelo IGP. Estão, também, envolvidas outras entidades públicas, entidades privadas e cidadãos comuns mas que desempenham um papel secundário.

Os municípios estando sob o controlo legal e financiamento do governo, actuam à escala local e correspondem ao ponto de partida do modelo. É neles que está, actualmente, a

decorrer a elaboração do objecto de estudo do presente trabalho, a CMR, tendo por base o Guia Metodológico elaborado pelo grupo de trabalho definido no Despacho n.º 27660/2008.

A um nível superior encontram-se os Governos Cívicos que exercem a sua actuação à escala regional/supra-municipal, desempenhando a função de representante do Governo e estando dependentes orgânica e hierarquicamente do Ministro da Administração Interna. No âmbito deste trabalho, os governos civis terão o papel de implementar em cada um deles, um SIG de apoio à decisão e de base distrital, em matérias de protecção civil, de acordo com o estabelecido no Anúncio de Procedimento n.º 5001/2009 lançado pela ANPC, a 23 de Outubro de 2009.

O MAI tem como actuações, à escala nacional/supra-regional, a prevenção de catástrofes e acidentes graves, bem como a prestação de protecção e socorro às populações sinistradas.

A ANPC enquadra-se na estrutura do MAI e depende directamente do Secretário de Estado da Protecção Civil (SEPC). Tem como missão o planeamento, a coordenação e a execução da política de Protecção Civil, designadamente, na prevenção e actuação em acidentes graves e catástrofes, de protecção e socorro das populações e de fiscalização dos bombeiros.

O SNIT é um sistema de informação oficial de âmbito nacional, desenvolvido e gerido pela DGOTDU, que partilha informação pelas entidades públicas com responsabilidades na gestão territorial.

Por fim o SNIG, já referido no Capítulo 2.2.2.2.3., tem por objectivo proporcionar, através do seu geoportal, a pesquisa, a visualização, e a exploração da informação geográfica sobre o território nacional. Corresponde ao espaço de contacto que dinamiza, articula e organiza as actividades ligadas a esta temática, em território nacional e no contexto europeu da Directiva INSPIRE. No modelo tem a função de disponibilizar da informação geográfica, servindo como plataforma dinamizadora que articula e organiza as actividades ligadas à informação geográfica, mais concretamente, à CMR.

Actualmente e com o recente lançamento do guia metodológico os municípios encontram-se na fase de elaboração da CMR por essa razão não foi possível adquiri-la, uma vez que todo o processo se encontra em fase de arranque.

Em 2008 e 2009 foram desenvolvidos nos governos civis do Porto e Santarém programas piloto de desenvolvimento de sistemas de suporte à decisão, baseados numa lógica e

ambiente de SIG, correspondendo estes a um Sistema Integrado de Gestão de Emergências (SIGE). No sentido de dar seguimento desta lógica, numa escala nacional, a proposta de modelo apresentada neste trabalho é o seu ponto de partida.

Para o cumprimento do Plano Tecnológico do MAI foi recentemente publicado em Diário da República o Despacho n.º 13553/2010, que visa apurar as necessidades de *software* informático e de outras componentes destinadas à criação de SIG, designadamente, mapas, ortofotomapas e metainformação (D. R., Despacho n.º 13553/2010). Neste sentido a proposta apresentada vem enquadrar-se no contexto da melhoria dos meios técnicos, com componente espacial, na administração pública.

Contudo, a falta da componente prática apresenta-se como uma limitação em termos de avaliação do desempenho da proposta do modelo em questão. Por esse motivo, a mesma foi pensada de forma a sofrer melhoramentos e adaptações a cada realidade.

3.4 Modelo Conceptual

A estruturação do modelo conceptual é conseguida através da conjugação do enquadramento institucional com os objectivos a alcançar. A Figura 15 representa de que forma as várias entidades se relacionam e em que sentido é feito o fluxo de informação.

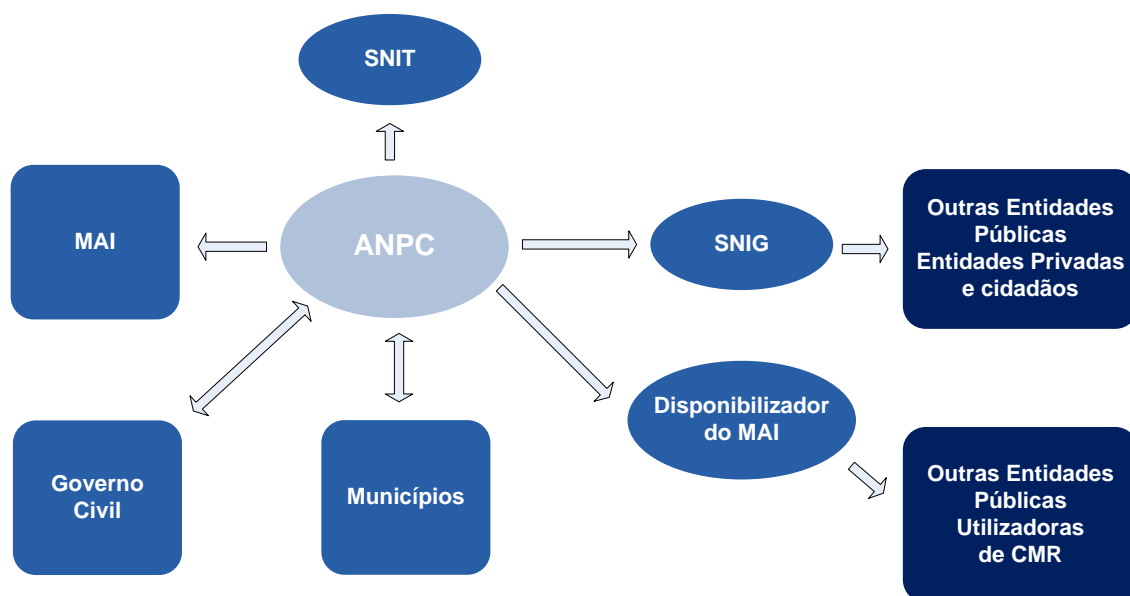


Figura 15 – Modelo conceptual da proposta.

A ANPC é o organismo centralizador do modelo, é nele que toda a informação e metainformação estão armazenadas, correspondendo esta a entradas e saídas de e para outras entidades públicas ou privadas.

O SNIT, o SNIG e o disponibilizador interno do MAI correspondem a elementos do modelo unicamente de recepção de informação. Nestes casos a informação é representada apenas por saídas no elemento centralizador do modelo.

O SNIT recebe metainformação proveniente da ANPC que permite através dela, as entidades responsáveis pela gestão do território, ter informação sobre como e onde obter as cartas ou mapas pretendidos.

O SNIG também recebe metainformação da ANPC, e difere do anterior por disponibiliza-la não apenas a entidades públicas e relacionadas com a gestão do território mas também a outras entidades públicas, privadas e cidadãos em geral.

O Disponibilizador do MAI integra a informação e metainformação da ANPC e disponibiliza-a a outras entidades públicas utilizadoras de CMR e informação relacionada não apresentadas no modelo.

Os municípios e os governos civis são elementos transmissores e receptores de informação. A informação de e para estas entidades corresponde a entradas e saídas da ANPC. Os municípios e os governos civis recebem e alimentam a ANPC de informação e metainformação.

3.5 Dados

Foi referenciado em capítulos anteriores que o presente trabalho apenas inclui a componente teórica. Neste sentido a sua abordagem reflecte-se como uma referência dinâmica e aberta a melhorias e actualizações, de forma a adaptar-se a futuros cenários e realidades.

Este capítulo apresenta as normas e regras que os dados espaciais devem apresentar, tendo em conta o cumprimento da directiva INSPIRE, bem como a listagem de dados espaciais indispensáveis para o funcionamento do modelo apresentado.

Como características genéricas os dados espaciais devem adoptar as seguintes regras:

- Possuir um sistema de referência espacial único, *European Terrestrial Reference System* 1989 (PT-TM06/ETRS89) para Portugal Continental e o *International Terrestrial Reference Frame* (PTRA08-UTM/ITRF93) para as Regiões Autónomas. As entidades públicas envolvidas no modelo podem também optar por outros sistemas de referência adicionais, desde que se garanta a existência de um serviço de dados geográficos no sistema de referência acima indicado;

- Apresentar formatos e modelo de dados espaciais, vectorial (pontos, linhas e polígonos) ou *raster* (modelo de nós ou de células). No entanto, se a forma de armazenamento interno da informação no SIG for adoptada por outras aplicações informáticas, esta deverá ser produzida numa versão da cartografia que permita a adequada transferência de informação entre aplicações informáticas distintas. Os Conjuntos de Dados Geográficos (CDG) devem seguir as recomendações INSPIRE (D2.7: *Guidelines for the encoding of spatial data, version 2.0*) correspondendo às especificações ISO 19136:2001, *Geographic Information – Geography Markup Language* (GML) que utiliza *eXtensible Markup Language* (XML) para exprimir características geográficas. A GML é definida pelo OGC e serve geralmente de linguagem de modelação para sistemas geográficos e como formato aberto para troca de informação geográfica;
- Os serviços de dados utilizados para disponibilização online dos CDG devem seguir as especificações de implementação *OpenGis* relativas a *Web Feature Service* (WFS), *Web Coverage Service* (WCS) ou *Web Map Service* (WMS). O WFS é definido como uma especificação do OGC para acesso e manipulação de dados geográficos na Web, o WCS é também uma especificação do OGC mas para dados espaciais sob a forma de coberturas, por fim a WMS permite colocar um mapa num ficheiro ou página de *Internet*;
- A representação/visualização da informação geográfica deve ser simbolizada com base em especificações definidas no Guia Metodológico, bem como em especificações de *OpenGis Symbology Encoding Implementation Specification* e de *OpenGis Styled Layer Descriptor Profile*;
- Os metadados devem estar de acordo com o Perfil Nacional de Metadados de informação geográfica (Perfil MIG) em vigor e definido pelo IGP. Este disponibiliza, através da sua página de *Internet*, uma aplicação informática para a produção dos documentos de metadados em: “<http://sourceforge.net/projects/migeditor/>”. Podem ainda incorporar descritores adicionais apenas se estiverem em conformidade com as normas ISO 19115 (define a estrutura necessária para descrever informação geográfica e serviços. Fornece informações sobre a identificação, a extensão, a qualidade, resolução espacial e temporal) e ISO 19119 (identifica e define padrões de arquitectura de interfaces de serviço utilizado para a informação geográfica).

Outro aspecto importante a ter em conta para a CMR é a definição da escala a apresentar. O Guia Metodológico define, para algumas tipologias de risco, nomeadamente, riscos naturais e mistos, um intervalo específico para o qual a escala deve ser apresentada. No Anexo IV apresentam-se os intervalos de escala definidos no Guia Metodológico, por tipologia de risco.

O Manual de Apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil (2008), recomenda a utilização de escalas definidas por nível (nacional, regional e supradistrital, distrital e supramunicipal e municipal), tal como consta no Anexo V.

Assim, tendo por base o Guia Metodológico e o Manual de Apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil considerou-se, para cada nível do modelo, os seguintes intervalos de escala:

Tabela 1 – Definição da escala por nível do modelo.

Níveis do Modelo	Escala
Nível Nacional	1:250.000 a 1:1.000.000
Nível Regional	1:25.000 a 1:250.000
Nível Local	1:5.000 a 1:25.000

Os dados espaciais indispensáveis para o funcionamento do modelo proposto encontram-se listados no Anexo VI e correspondem à informação auxiliar, de natureza mais estática, a ser utilizada para a análise e visualização da CMR.

3.6 Arquitectura do Modelo

O desenvolvimento da arquitectura do modelo corresponde à fase mais importante deste trabalho. Neste capítulo apresenta-se, de forma detalhada, a estrutura, as funcionalidades, as ligações e os serviços disponíveis aos diferentes públicos alvo.

O modelo proposto engloba diferentes níveis, designadamente, local, regional e nacional, pelo que se optou por descrever separadamente cada nível, de forma a facilitar a compreensão do leitor.

O esquema apresentado na Figura 16 corresponde à representação da arquitectura do modelo de SIG proposto, à escala nacional para a gestão da CMR.

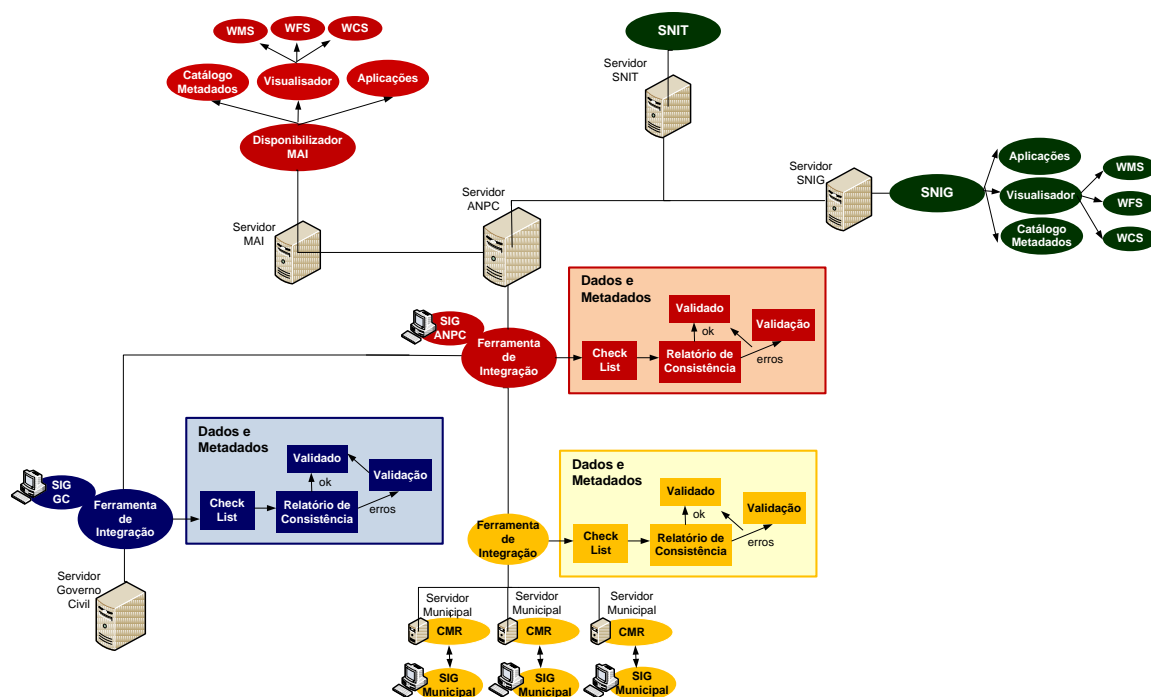


Figura 16 – Arquitectura do modelo de SIG proposto para gestão da CMR à escala nacional.

3.6.1 Nível Local

O nível local representa o ponto de origem do modelo. Neste nível a informação é representada com maior detalhe, enquadrando-se no âmbito municipal. É ao nível dos municípios que se produz a CMR, sendo propagada aos restantes níveis superiores através da ANPC.

O modelo propõe para este nível e em cada município, a existência de um SIG, designado no modelo como SIG municipal, ligado a um servidor municipal onde é feito o repositório da informação e metainformação. O SIG municipal caracteriza-se por um sistema adaptado a três níveis de utilizadores, o nível avançado, o nível de edição e por último o nível de visualização. No primeiro caso os utilizadores correspondem a técnicos especializados em riscos que apresentam funcionalidades avançadas e específicas na determinação das cartas de risco, bem como utilizadores com funções de gestão da BDG. Nos outros casos os utilizadores correspondem aos restantes que trabalham nos diversos departamentos da Câmara, nomeadamente, departamentos relacionados com a gestão do território. Estes terão um acesso, mais ou menos limitado às funcionalidades, conforme as suas necessidades. Aqueles que necessitam de realizar operações de edição mas que não têm acesso à gestão da BDG nem a funcionalidades avançadas, correspondem a utilizadores do nível de edição. Os que apenas pretendem visualizar mapas e executar saídas gráficas,

pertencem a utilizadores do nível de visualização, correspondendo aos utilizadores com menor número de funcionalidades permitidas.

O SIG municipal apresenta um pacote de funcionalidades de visualização, edição, análises espaciais avançadas e distinguem-se entre elas funcionalidades de:

- Aquisição, edição, manipulação e visualização de diferentes tipos de dados organizados em diferentes formatos (vector, raster ou coberturas), sobre cartografia de base actualizada;
- Transformação entre sistemas de coordenadas;
- Integração de informação em sistema de referência único (Portugal Continental: PT-TM6/ETRS89 e Regiões Autónomas: PT-RA08-UTM/ITRF93);
- Análise espacial entre dados organizados em diferentes formatos (vector, raster e coberturas);
- Criar e manipular modelos digitais de terreno, permitindo o cálculo de declives, exposições, análises de visibilidade e cálculo de perfis de terreno;
- Criar áreas de influência;
- Análises hidrológicas através de modelos pré-definidos aplicados a corpos de água como, barragens, albufeiras, entre outros;
- Análise de estatística espacial;
- Análise de redes;
- Execução de saídas gráficas personalizadas em vários formatos standard (.pdf, .jpeg, etc.);
- Importar e exportar dados geográficos de diferentes formatos;
- Disponibilizar informação geográfica em contexto de “*Intarnet*”, “*Internet*” e “*Web Services*” mediante códigos de acesso;
- Gestão e criação de metadados segundo o perfil MIG.

Existe também uma componente essencial, designada por ferramenta de integração, desenvolvida especialmente para executar procedimentos de validação de dados e metadados, bem como a produção de relatórios onde apresenta a não conformidade dos dados segundo as especificações referidas no Capítulo 3.5.

A ferramenta de integração deve apresentar os seguintes procedimentos (Figura 17):

- Verificar se o sistema de referência espacial corresponde ao “PT-TM06/ETRS89” para Portugal Continental e ao “PTRA08-UTM/ITRF93” para as regiões autónomas;
- Verificar se o formato e modelo de dados espacial é vectorial ou raster e se seguem as recomendações *D2.7: Guidelines for the encoding of spatial data, version 2.0* (INSPIRE) e as especificações ISO 19136:2001;
- Verificar se os metadados estão de acordo com o Perfil MIG em vigor e definido pelo IGP e caso incorporem descritores adicionais, verificar se estão em conformidade com a ISO 19115 e a ISO 19119.
- Verificar erros geométricos da informação espacial (sobreposições, buracos, etc.);
- Produzir um relatório de consistência e informação e metainformação;
- Executar de forma automatizada a correcção de erros apresentados no relatório de consistência.

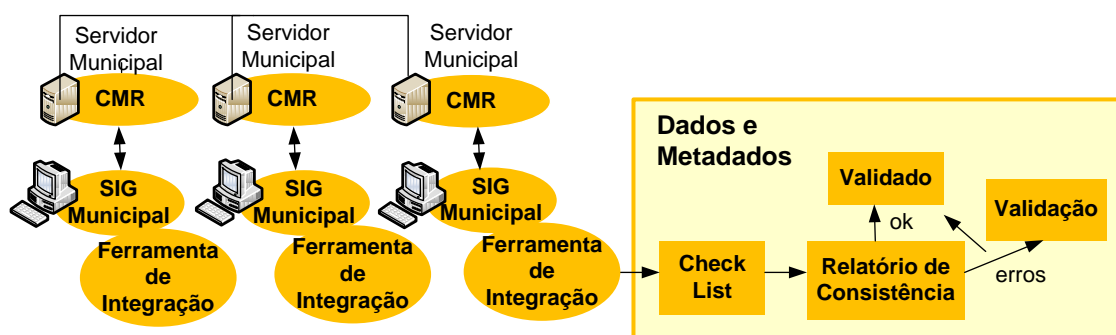


Figura 17 – Arquitectura do modelo do nível local.

O SIG municipal alimenta o servidor municipal com a CMR e respectivos metadados, que por sua vez são propagados aos níveis superiores, através do servidor da ANPC.

Os servidores dos municípios adjacentes também devem permitir a partilha da CMR, através da ANPC, por se verificar que existem fenómenos que ultrapassam os limites administrativos (Figura 17).

3.6.2 Nível Regional

O nível regional corresponde a um ponto intermédio do modelo que absorve informação e metainformação do nível local e nacional, através do servidor da ANPC. A informação

geográfica deste nível enquadra-se no âmbito dos governos civis, pelo que a CMR apresenta menor/maior detalhe relativamente ao nível local/nacional. Neste nível é produzida cartografia de risco supra-municipal que se propagada aos níveis municipal e nacional, também através do servidor da ANPC.

Tal como referido para os municípios, o modelo propõe, para os governos civis, a existência de um SIG do governo civil (SIG GC), com as mesmas funcionalidades do SIG municipal (Figura 18).

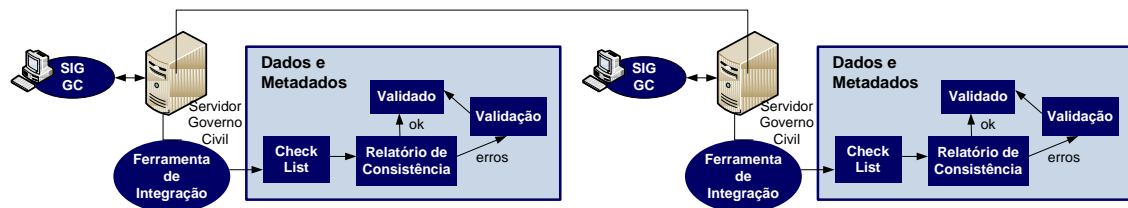


Figura 18 – Arquitectura do modelo do nível regional.

O servidor do governo civil recebe a cartografia de risco e metadados produzidos, através do SIG GC, que por sua vez a propaga aos níveis municipal e nacional, através do servidor da ANPC.

Também se verifica a partilha da cartografia de risco e respectivos metadados, produzidos nos governos civis adjacentes, tal como se verifica no nível local, para os municípios (Figura 18).

3.6.3 Nível Nacional

O nível nacional é o ponto terminal do modelo e onde a informação e metainformação é centralizada e distribuída a outras entidades por intermédio da ANPC (Figura 19).

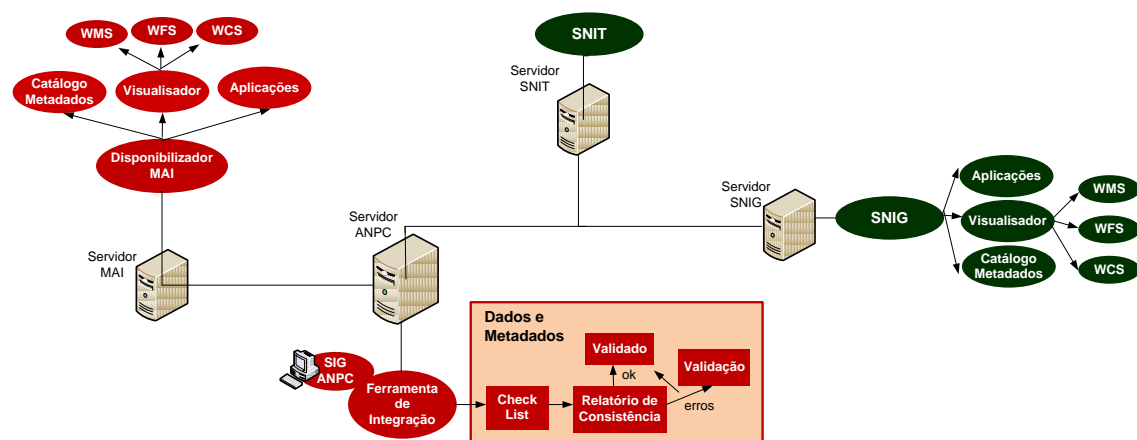


Figura 19 – Arquitectura do modelo do nível nacional.

A cartografia de risco relativa a este nível apresenta menor detalhe do que a referenciada nos outros níveis. Esta enquadra-se no âmbito nacional, em entidades como a ANPC, o MAI, o IGP através do SNIG e a DGOTDU através do SNIT. Da mesma forma que é produzida a cartografia no nível regional, este tem a função de produzir cartografia de risco supra-regional, num SIG com as mesmas funcionalidades apresentadas para o SIG municipal, designado por SIG ANPC. O modelo propõe, também, a presença de um servidor ANPC que recebe informação da cartografia de risco proveniente dos governos civis e municípios. O servidor ANPC distribui informação e metainformação relativa à cartografia de riscos para os servidores do MAI, municípios e governos civis e apenas metainformação para o SNIG e SNIT.

Este modelo propõe novas componentes ligadas à partilha e acesso de dados e metadados, através de plataformas disponibilizadoras de informação, sendo uma através do disponibilizador interno do MAI e outra através do SNIG.

O disponibilizador interno do MAI é alimentado de informação e metainformação proveniente do repositório da ANPC, disponibilizando-a a outras entidades públicas não referenciadas no modelo mas que beneficiem da utilização de cartografia de risco. Esta componente corresponde a um conjunto de *web services* desenhados para suportar a comunicação com outros softwares num ambiente de rede. A OGC tem tido, na área dos *web services*, um papel fundamental na implementação de especificações de interfaces abertas sobre informação geográfica, em que a proposta do presente modelo se baseia.

O disponibilizador interno do MAI possui um catálogo de metadados, um visualizador e uma área com serviços aplicacionais.

O catálogo de metadados contém metadados que descrevem as cartas publicadas, com especial destaque para as cartas de risco produzidas nos diferentes níveis. Devem, também, ser publicados metadados de ortofotomapas, mapas topográficos do IGP e outras cartas temáticas, nomeadamente, cartas de ocupação do solo e cadastro que sirvam de base para a análise da cartografia de risco.

O visualizador apresenta três *web services*, o “WMS”, o “WFS” e o “WCS” já referidos anteriormente no Capítulo 3.5. Por meio destes serviços podem ser disponibilizados dados em formato *raster*, *vectorial* ou coberturas, se o serviço for “WMS”, “WFS” ou “WCS” respectivamente.

Os serviços aplicacionais englobam funcionalidades adaptadas às necessidades dos diversos utilizadores. O seu acesso baseia-se no nível de permissões que o utilizador possui,

distinguindo-se dois níveis. O nível base, com acesso às funcionalidades de visualização permitindo operações de:

- selecção de uma área definida;
- aumento e diminuição da escala de visualização;
- arraste do mapa;
- vista anterior;
- extensão total de um tema activo;
- identificar ponto em todos os temas;
- medição de linhas, perímetros e áreas;
- execução de saídas gráficas personalizadas em vários formatos standard (.pdf, .jpeg, etc.).

O nível avançado, para além das funcionalidades referidas no nível básico, permite a realização de descarregamento directo de informação geográfica e uma gama de funcionalidades mais avançadas, como:

- transformação entre sistemas de coordenadas;
- análise espacial entre dados organizados em diferentes formatos (vector, raster e coberturas);
- importar e exportar dados geográficos de diferentes formatos;
- gestão e criação de metadados segundo o perfil MIG.

O SNIG apresenta uma estrutura com funcionalidades equivalente ao disponibilizador do MAI, embora apresente outras funcionalidades e de outro âmbito, não fazendo sentido referencia-las neste trabalho. A diferença desta componente está no tipo de utilizadores que vão beneficiar da cartografia de risco. Ao SNIG podem aceder utilizadores de entidades públicas que não estando relacionadas directamente com a utilização da cartografia de risco, podem por alguma razão beneficiar dessa informação. Podem, também, aceder entidades privadas e que necessitem deste tipo de informação para desenvolver as suas actividades, e os cidadãos em geral. Obviamente que existem, também, níveis de permissão distintos que discriminam o tipo de acesso à informação, por meio de um utilizador com a

respectiva palavra-passe. As funcionalidades referidas para o disponibilizador do MAI são as mesmas para o SNIG.

4 Reflexões

Num contexto actual de sociedades em constante mutação, onde a procura à resolução de problemas se deseja rápida e eficiente, é fundamental a existência de um compromisso entre o tempo dispendido e a tomada de decisão, para que esta seja a mais acertada. A introdução dos SIG, nos mais variados contextos, já demonstrou serem ferramentas capazes de apoiar as inúmeras solicitações dos agentes decisores ou operacionais, através da análise, diagnóstico e suporte na tomada de decisões.

Uma das realidades que as sociedades se deparam são as ameaças à população, que se reflecte no risco, quer seja natural, tecnológico ou misto. Deste modo, é de extrema necessidade que as várias entidades envolvidas nestas matérias estejam equipadas com meios de forma a prevenir e darem resposta a situações perigosas ou de emergência. Uma das soluções que se pretende alcançar, servindo de base para a gestão do território, no âmbito da prevenção de fenómenos perigosos e de risco, é a produção da CMR em todos os municípios do país. A integração de tecnologias de SIG na articulação de diferentes produções cartográficas, para identificação e delimitação de áreas de perigo potencial de risco é a resposta mais eficiente para a gestão e acessibilidade às cartas de risco relativa aos níveis local, regional e nacional. Neste sentido, é importante que entidades da administração pública como os municípios, os governos civis, a ANPC e o MAI, apostem neste tipo de soluções. Embora já existam muitos municípios e alguns governos civis a utilizar esta tecnologia, é necessário introduzi-la na sua totalidade, de forma a contribuir para a construção de uma rede de informação e metainformação, válida e pronta a ser utilizada por diversos utilizadores. Os SIG alcançarão a sua plenitude potencial, quando se registar uma melhoria no acesso à informação geográfica e implementação de um repositório, que proceda à centralização da informação relativa à CMR e que facilite a sua gestão e acessibilidade aos diferentes organismos públicos.

A implementação de um SIG à escala nacional é um processo moroso e complexo por envolver várias entidades públicas, com estrutura, funcionamento e limitações próprias, que devem ser tidas em conta para a idealização de um modelo de SIG. A realização deste estágio surgiu da necessidade de integrar a totalidade da produção de cartografia de risco para as diversas escalas, tendo presente a interoperabilidade nos diferentes produtos cartográficos, de forma a tornar a sua disponibilização mais facilitada. Assim, será possível a constituição de uma série de bases de dados geográficas interoperáveis, que permitirão localizar e associar os diferentes tipos de risco existentes em cada município, potenciando a

existência de uma base de trabalho para a orientação na actualização de instrumentos de gestão do território como os PROT, PDM e PME. A transferência, a interoperabilidade e a disponibilização de informação geográfica e respectivos metadados são características do modelo apresentado, implicando uma visão de um SIG aberta, dinâmica e mais abrangente, onde o acesso à informação é realizado através de uma IDE (SNIG) ou de um disponibilizador alojado no MAI. Deste modo, o presente estágio pretendeu ser o ponto de partida para a implementação de um modelo de SIG à escala nacional para a gestão da CMR.

Embora o objectivo inicial tenha sido o desenvolvimento do referido modelo, com base em dois exemplos, utilizando informação geográfica do Governo Civil de Santarém e Câmara Municipal de Torres Vedras, este não foi realizável devido ao atraso no andamento da produção da cartografia de risco e à limitação da duração do estágio. Estes factos comprometeram a avaliação prática do modelo e por essa razão, neste estágio, ficou muito por fazer e por explorar. Assim sendo, este caminho não deverá ser aqui terminado, devendo ser investido tempo, recursos e dedicação na continuidade deste trabalho.

No desenvolvimento deste modelo esperam-se ganhos inerentes à redução de custos, evitando a duplicação da produção de dados, facto importante onde os recursos financeiros são escassos. Perspectiva-se uma melhoria na análise, planeamento e administração do território em matérias de planeamento, de emergência ou gestão do território, tendo por base a definição de áreas de risco, especialmente quando está envolvida informação supra-municipal ou supra-regional. Prevê-se uma melhoria da comunicação entre os diferentes níveis de governação, nomeadamente, a articulação vertical e horizontal entre os vários organismos da administração pública e privada, que permite, por sua vez, uma tomada de decisão mais eficiente e eficaz. Espera-se que com este modelo a informação geográfica produzida e relacionada com a cartografia de risco caminhe no sentido da harmonização dos CDG, de forma a existir coerência entre as várias fontes de informação, objectivando-se a sua interoperabilidade. Deste modo a combinação e disponibilização da informação entre os diferentes organismos públicos e privados torna-se mais acessível.

Naturalmente que num modelo tão complexo como este, sejam esperados constrangimentos e limitações na sua aplicação prática. O âmbito no qual o modelo se enquadra nas várias entidades públicas, cada uma com estrutura e funcionamento próprios, pode vir a comprometer o alcance dos objectivos previstos no desenvolvimento deste trabalho.

Uma das situações mais constrangedoras é a incapacidade de alguns municípios produzirem a CMR devido ao orçamento limitado que possuem. Este facto compromete a presença de pessoal especializado nos seus quadros técnicos ou o acesso a licenças de software específico ou ainda, a aquisição de hardware com as especificações pretendidas. Geralmente estas situações acontecem em pequenos municípios afastados dos centros urbanos, que estão mais ligados à vida rural e apresentam população mais envelhecida. Uma forma de ultrapassar este obstáculo pode ser conseguida através da criação de um sistema intermunicipal, dos municípios adjacentes, que realize todos os procedimentos para ambos. Em último caso, poderão, em alternativa, requisitar serviços a empresas prestadoras desse tipo de actividades.

Outro aspecto importante é a qualidade da informação. Esta é talvez uma das mais difíceis barreiras a ultrapassar, uma vez que depende de muitos factores que não se conseguem controlar. Se os produtores de informação de base utilizarem metodologias menos correctas, aplicando regras e metodologias menos adequados, a informação de base que produzem e que é posteriormente utilizada para a produção de nova informação, não será de qualidade. Esta vai influenciar o produto cartográfico final, por replicação do erro, ficando muito aquém a qualidade do produto final pretendida. De forma a combater este problema é necessário implementar regras rigorosas relativamente à qualidade da informação base, esta deverá ser certificada ou homologada por organismo credenciado, como já se verifica no IGP. Este esforço tem sido uma prioridade mas, ainda, muito há para ser feito, no sentido de melhorar a qualidade da informação produzida.

A disponibilização da CMR à população e a entidades privadas, nomeadamente, agências imobiliárias ou empresas de construção civil, pode vir a comprometer a realização de negócios em situações onde a construção imobiliária, num determinado município, seja sobreposta a uma área susceptível ao risco. Este facto é vantajoso uma vez que salvaguarda a construção em local apropriado. Por outro lado, a implementação da CMR, como instrumento de gestão do território, pode trazer consequências menos positivas ao nível dos preços praticados pelas agências imobiliárias devido ao aumento de restrição de áreas de construção e estas serem cada vez menores. Outro facto que não deve ser descorado é a pressão que os lobbies das agências imobiliárias e empresas de construção civil exercem nas autarquias. O problema está no limite para o qual as autarquias conseguem fazer frente a esses lobbies, pois uma vez ultrapassado esse limite as mesmas utilizarão incorrectamente a CMR.

As seguradoras podem corresponder a outro factor negativo na utilização da cartografia de risco, através do aproveitamento de situações onde já existam habitações ou estabelecimentos, localizados em áreas onde existe susceptibilidade ao risco. Estas podem agravar o valor do seguro dos imóveis, prejudicando os seus moradores ou proprietários que já estejam estabelecidos nessas áreas.

O desenvolvimento e implementação de SIG no sentido de privilegiar a partilha e acessibilidade à informação têm sido notáveis num universo temporal recente. Embora ainda haja um longo caminho a percorrer, têm-se verificado diversos investimentos neste tipo de iniciativas, correspondendo este trabalho ao processo inicial de mais uma delas. Torna-se evidente que o modelo proposto apresenta algumas limitações que constituem o ponto de partida para que, em trabalhos futuros, sejam aprofundados temas que aqui foram abordados de forma mais ligeira. Assim sendo, finaliza-se este relatório com a consciência de que estes temas ainda estão longe de alcançar os contornos do conhecimento.

Bibliografia

AFONSO, Clara - 2008: *Infra-estruturas de Dados Espaciais nos Municípios – Contributo para a definição de um modelo de implementação*, Tese de Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

AGILE – 2010: Página da “*Association Geographic Information Laboratories Europe*” <http://www.agile-online.org/> , consulta em: 03/05/2010.

ANZLIC – 2010: Página da “*Australia New Zealand Land Information Council*” <http://www.anzlic.org.au>, consulta em: 22/04/2010.

ALEXANDER, David – 1993: *Natural Disasters*. Departamento de Geologia e Geografia da Universidade de Massachusetts, UCL Press, Londres.

ALMEIDA, Rui; **MENDES**, Carlos; **SERRANO**, Sandra; **ARAÚJO**, Fernando; **CARLOS**, Paulo; **COELHO**, Carina - 2008: *Cadernos Técnicos PROCIV #3 – Manual de Apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil*. Autoridade Nacional da Protecção Civil, Lisboa.

COLEMAN, David.; **McLAUGHLIN**, John – 1997: *Defining Global Geospatial Data Infrastructure (GGDI): Components, Stakeholders and Interfaces*, Proceedings of the 2nd Global Spatial Data Infrastructures Conferences, Chapel Hill, Estados Unidos, http://www.gsdi-docs.org/docs1997/97_ggdiwp1.html, consulta em 21/04/2010.

Anúncio de Procedimento n.º5001/2009. D.R. n.º 206, Série II de 2009-10-23.

Decreto-lei n.º 133/2007. D.R. n.º82, Série I de 2007-04-27, 2660-2662.

Despacho n.º 13553/2010. D. R. n.º164, Série II, de 2010-08-24.

Despacho n.º 27660/2008. D. R. n.º210, Série II de 2008-10-29

eSDI-Net plus Consortium (2009). *Annual Report 2009*. European Community Programme eContentplus. <http://www.esdinetplus.eu/publications.html> , consulta em: 26/05/2010.

ESRI Portugal (2010). Página da “*ESRI Portugal*”. <http://www.esriportugal.pt/> , consulta em: 18/09/2010.

ESRI Reino Unido – 2010: <http://www.esriuk.com/>, consulta em: 18/09/2010.

EUROGI – 2010: Página da “*European Umbrella Organisation for Geographical Information*”, <http://www.eurogi.org/>, consulta em: 03/05/2010.

EUROGEOGRAPHICS – 2010): Página da “*EuroGeographics*”. <http://www.eurogeographics.org/> , consulta em: 03/05/2010.

EUROSTAT (2010). Página da “*Statistical Office of European Communities*” <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> consultado em: 23/04/2010.

FERRÃO, João – 2007: *A Informação Geográfica, o Ordenamento do Território e a Preservação do Ambiente*, Fórum Geográfico, Revista Científica e Técnica do IGP, A Informação Geográfica e os Desafios da Gestão Territorial e Ambiental, Ano II, nº 2, pp. 6-11.

GINIE – Geographic Information Network In Europe – 2000: *Registos e Serviços Electrónicos: Recomendações de Actuação (Resumo Executivo)*. Universidade de Sheffield (USFD). 6 pp.

GSDI - Global Spatial Data Infrastructure – 2004: *Developing Spatial Data Infrastructure: The SDI CookBook* - versão 2, 25 Janeiro.

GOODCHILD, Michael – 2000: *New Horizons for the Social Sciences: Geographic Information Systems*. National Center for Geographic Information and Analysis, Department of Geography, University of California, Santa Barbara.

GOODCHILD, Michael – 2001: *A Geographer Looks at Spatial Information Theory*, National Center for Geographic Information and Analysis, and Department of Geography, University of California, Santa Barbara, pp. 1-13.

GOODCHILD, Michael - 2003a: *Geographic Information Science and Systems for Environmental Management*, Annual Review of Environment and Resources, Volume 28, pp. 493-519.

GOODCHILD, Michael; HAINING, Robert - 2003b: *GIS and Spatial Data Analysis: Converging Perspectives*. Papers in Regional Science, Volume 83, nº 1, pp. 363-385.

HOSSINI, Vilma – 2008: *The rule of Vulnerability in Risk Management*. Working Paper nº8. United Nations University, Institute of Environment and Human Security, Alemanha.

IDEC – 2002: *Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya, Proyecto IDEC*. Dossier de Presentación, v1, 42 p.

IDEC – 2010: Página da “*Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña*” <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cat/> , consulta em: 20/05/2010.

IDEE – 2010: Página da “*Infraestrutura de Datos Espaciales de España*” http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.PT consulta em: 22/04/2010.

IGP – 2010: Página “*INSPIRE do SNIG*”. <http://snig.igeo.pt/Inspire/index.asp> , consulta em: 7/05/2010.

INSPIRE, (2010). Página do “*Geoportal do INSPIRE*” <http://www.inspire-geoportal.eu/index.cfm> , consulta em 7/05/2010.

JRC – 2008: *Impacto Socio-Económico de la Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña*, Scientific and Technical Reports, Institute for Environment and Sustainability, European Commission.

JACOBY, Steve; **SMITH**, Jessica; **TING**, Lisa; **WILLIAMSON**, Ian – 2002: *Developing a common spatial data infrastructure between state and local government – an Australian case study*, International Journal Geographical Information Science, Volume 16, nº4, pp. 305-322.

Directiva 2007/2/CE (INSPIRE). Jornal Oficial da União Europeia, n.º 108 de 2007-03-14, Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, 1-13.

JULIÃO, Rui Pedro – 2001: *Tecnologias de Informação Geográfica e Ciência Regional – Contributos Metodológicos para a Definição de Modelos de Apoio à Decisão em Desenvolvimento Regional*. Dissertação de Doutoramento no ramo de Geografia e Planeamento Regional, Especialidade de Novas Tecnologias em Geografia, Faculdade de Ciências Sociais Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

JULIÃO, Rui Pedro – 2009: *Sistema Nacional de Informação Geográfica, New Developments*. Apresentação do SNIG - Cerimónia de Entrega dos Prémios, “SDI Best Practices 2009”, Turim, <http://www.esdinetplus.eu/> , consulta em 27/05/2010.

JULIÃO, Rui Pedro; **NERY**, Fernanda; **RIBEIRO**, José Luís; **BRANCO**, Margarida Castelo; **ZÊZERE**, José Luís. - 2009: *Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal*. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, Instituto Geográfico Português.

MATOS, João – 2008: *Fundamentos de Informação Geográfica*, 5ª edição actualizada e aumentada, Lidel, Lisboa.

OGC – 2010: Página da “*Open Geospatial Consortium*” <http://www.opengeospatial.org/>, consultado em: 23/04/2010.

PAINHO, Marco - 2006a *A informação Geográfica, a Geografia e a Internet: Um Novo Olhar sobre a Sociedade e a Internet*. Fórum Geográfico, Revista Científica e Técnica do IGP, O Papel da Informação Geográfica na Sociedade, Ano I, nº 1, pp. 26-38.

PAINHO, Marco - 2006b: *Definição do Campo da Ciência da Informação Geográfica*, Documentação de apoio da unidade curricular de Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Curso de mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, ano lectivo 2007/2008, ISEGI, Lisboa.

PEREIRA, Paulo; **MATOS**, Marta; **OLIVEIRA**, Marta; **ALMENDRA**, Ricardo; **MOURA**, Valéria – 2008: *Atlas dos Riscos Naturais e Tecnológicos dos Concelhos de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e Bragança*, Projecto RNT - Sistema de Prevenção e Actuação em Situações de Emergência Provocadas por Riscos Naturais e Tecnológicos, Mirandela.

RAJABIFARD, Abbas – 2002: *Diffusion of Spatial Data Infrastructures: with particular reference to Asia and the Pacific*. Dissertação de Doutoramento, Departamento de Geomática da Faculdade de Engenharia da Universidade de Melbourne, 213 pp. http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/thesis/Rajabifard_PhD_Thesis.pdf, consulta em: 20/04/2010.

RAJABIFARD, Abbas; **WILLIAMSON**, Ian; **HOLLAND**, Peter; **JOHNSTONE**, Glenn. (2000). *From Local to Global SDI initiatives of building blocks*. 4th Global Spatial Data Infrastructure Conference, Cape Town, South Africa. http://www.geom.unimelb.edu.au/research/publications/IPW/ipw_paper41.pdf, consulta em: 20/04/2010).

REBELO, Fernando – 2003: *Riscos Naturais e Acção Antrópica: Estudos e Reflexões*. Imprensa da Universidade de Coimbra - 2ª Edição, Coimbra, pp. 11-25.

SNIG – 2010: Página do “*Sistema Nacional de Informação Geográfica*”. <http://snig.igeo.pt/portal/>, consulta em: 24/05/2010.

THYWISSEN, Katharina - 2006: *Components of Risks, A Comparative Glossary*. United Nations University, Institute for Environment and Human Security, Alemanha.

ZÊZERE, José Luís; **PEREIRA**, Ana Ramos; **MORGADO**, Paulo – 2004: *Perigos Naturais e Tecnológicos no Território de Portugal Continental*, Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa.

ANEXOS

Anexo I

Elementos expostos estratégicos, vitais e/ou sensíveis

1. Administração Pública
 - 1.1. Presidência da República
 - 1.2. Parlamento
 - 1.3. Primeiro Ministro (residência oficial)
 - 1.4. Ministérios
 - 1.5. Governo Civil
 - 1.6. Câmara Municipal
 - 1.7. Junta de Freguesia
 - 1.8. Embaixadas e Consulados
2. Infra-estruturas Urbanas
 - 2.1. Parques de estacionamento
 - 2.2. Parques de estacionamento em silo
 - 2.3. Estação de camionagem
 - 2.4. Abastecimento de água
 - 2.5. ETA e Redes
 - 2.6. Rede de hidrantes
 - 2.7. ETAR
 - 2.8. Aquedutos
 - 2.9. Adutoras primárias e secundários
 - 2.10. Resíduos sólidos urbanos
 - 2.11. Aterros de RSU
 - 2.12. Lixeiras
 - 2.13. Distribuição de energia
 - 2.14. Rede de gás natural
 - 2.15. Rede eléctrica
 - 2.16. Telecomunicações
 - 2.17. Rede fixa de telefone
 - 2.18. Instalações TIC
 - 2.19. Outros
3. Equipamentos de Utilização Colectiva
 - 3.1. Equipamentos de saúde
 - 3.2. Hospitais
 - 3.3. Sanatórios
 - 3.4. Maternidade
 - 3.5. Centros de saúde
 - 3.6. Bancos de sangue
 - 3.7. Armazéns de vacinas, soros e medicamentos
 - 3.8. Equipamentos de educação
 - 3.9. Jardins de infância
 - 3.10. Escolas primárias
 - 3.11. Escolas EB e secundário
 - 3.12. Universidades e politécnicos
 - 3.13. Institutos de investigação
 - 3.14. Equipamentos de cultura, desporto e religiosos
 - 3.15. Centro cultural
 - 3.16. Recintos desportivos

- 3.17. Cinemas e teatros
- 3.18. Piscinas colectivas
- 3.19. Parques aquáticos
- 3.20. Igrejas e locais de culto

Anexo II

Tabela II.1 - Categorias temáticas do Anexo I da Directiva INSPIRE.

1. Sistemas de referencia	Sistemas para referenciar de forma única a informação geográfica no espaço sob a forma de um conjunto de coordenadas (x, y, z) e/ou latitude e longitude e altitude, com base num datum geodésico horizontal e vertical.
2. Sistemas de quadriculas geográficas	Quadricula harmonizada multi-resolução com um ponto de origem comum e localização e dimensão normalizadas das células.
3. Toponímia	Denominações das zonas, regiões, localidades, cidades, subúrbios, pequenas cidades ou povoações, ou de qualquer entidade geográfica ou topográfica de interesse público ou histórico.
4. Unidades administrativas	Unidades administrativas, zonas de divisão sobre as quais os Estados-Membros possam e/ou exerçam direitos jurisdicionais, para efeitos de governação local, regional e nacional, separadas por fronteiras administrativas.
5. Endereços	Localização de propriedades com base em identificadores de endereço, em regra, o nome da rua, o número da porta e o código postal.
6. Parcelas cadastrais	Áreas definidas por registos cadastrais ou equivalentes.
7. Redes de transporte	Redes de transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e por via navegável, e respectivas infra-estruturas. Inclui as ligações entre as diferentes redes. Inclui também a rede transeuropeia de transportes definida na Decisão n.º 1692/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Julho de 1996, sobre as orientações comunitárias para o desenvolvimento da rede transeuropeia de transportes (1), e as futuras revisões dessa decisão.
8. Hidrografia	Elementos hidrográficos, incluindo zonas marinhas e todas as outras massas de água e elementos com eles relacionados, incluindo bacias e sub-bacias hidrográficas. Quando adequado, de acordo com as definições da Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água (2), e sob a forma de redes.
9. Sítios protegidos	Zonas designadas ou geridas no âmbito de legislação internacional, comunitária ou dos Estados-Membros para a prossecução de objectivos específicos de conservação.

Tabela II.2 - Categorias temáticas do Anexo II da Directiva INSPIRE.

1. Altitude	Modelos digitais de terreno aplicáveis às superfícies terrestre, gelada e oceânica. Inclui a elevação terrestre, a batimetria e a linha costeira.
2. Ocupação do solo	Cobertura física e biológica da superfície terrestre, incluindo superfícies artificiais, zonas agrícolas, florestas, zonas naturais ou semi-naturais, zonas húmidas, massas de água.
3. Ortoimagens	Imagens georeferenciadas da superfície terrestre recolhidas por satélite ou sensores aéreos.
4. Geologia	Geologia caracterizada de acordo com a composição e a estrutura. Inclui a base rochosa, os aquíferos e a geomorfologia.

Tabela II.3 - Categorias temáticas do Anexo III da Directiva INSPIRE.

1. Unidades estatísticas	Unidades para fins de divulgação ou utilização da informação estatística.
2. Edifícios	Localização geográfica dos edifícios.
3. Solo	Solo e subsolo caracterizado de acordo com a profundidade, textura, estrutura e conteúdo das partículas e material orgânico, carácter pedregoso, erosão, eventualmente declive médio e capacidade estimada de armazenamento de água.
4. Uso do solo	Caracterização do território de acordo com a dimensão funcional ou finalidade sócio-económica planeada, presente e futura (por exemplo, residencial, industrial, comercial, agrícola, silvícola, recreativa).
5. Saúde humana e segurança	Distribuição geográfica da dominância de patologias (alergias, cancro, doenças respiratórias, etc.), informações que indiquem o efeito da qualidade do ambiente sobre a saúde (biomarcadores, declínio da fertilidade, epidemias) ou sobre o bem-estar dos seres humanos (fadiga, tensão, stress, etc.) de forma directa (poluição do ar, produtos químicos, empobrecimento da camada de ozono, ruído, etc.) ou indirecta (alimentação, organismos geneticamente modificados, etc.).
6. Serviços de utilidade pública e do Estado	Inclui instalações e serviços de utilidade pública, como redes de esgotos, gestão de resíduos, fornecimento de energia, abastecimento de água, serviços administrativos e sociais do Estado tais como administrações públicas, instalações da protecção civil, escolas e hospitais.
7. Instalações de monitorização do ambiente	A localização e funcionamento de instalações de monitorização do ambiente inclui a observação e medição de emissões, do estado das diferentes componentes ambientais e de outros parâmetros dos ecossistemas (biodiversidade, condições ecológicas da vegetação, etc.) pelas autoridades públicas ou por conta destas.
8. Instalações industriais e de produção	Locais de produção industrial, incluindo instalações abrangidas pela Directiva 96/61/CE do Conselho, de 24 de Setembro de 1996, relativa à prevenção e controlo integrados

9. Instalações agrícolas e aquícolas	da poluição (1), e instalações de captação de água, minas, locais de armazenagem.
	Equipamento e instalações de explorações agrícolas e aquícolas (incluindo sistemas de irrigação, estufas e viveiros, e estábulos).
10. Distribuição da população-demografia	Distribuição geográfica da população, incluindo características demográficas e níveis de actividade, agregada por quadrícula, região, unidade administrativa ou outra unidade analítica.
11. Zonas de gestão/restricção/regulamentação e unidades de referência	Zonas geridas, regulamentadas ou utilizadas para a comunicação de dados a nível internacional, europeu, nacional, regional e local. Compreende aterros, zonas de acesso restrito em torno de nascentes de água potável, zonas sensíveis aos nitratos, vias navegáveis regulamentadas no mar ou em águas interiores de grandes dimensões, zonas de descarga de resíduos, zonas de ruído condicionado, zonas autorizadas para efeitos de prospecção e extracção mineira, bacias hidrográficas, unidades de referência pertinentes e zonas abrangidas pela gestão das zonas costeiras.
12. Zonas de risco natural	Zonas sensíveis, caracterizadas de acordo com os riscos naturais (todos os fenómenos atmosféricos, hidrológicos, sísmicos, vulcânicos e os incêndios que, pela sua localização, gravidade e frequência, possam afectar gravemente a sociedade), como sejam inundações, deslizamentos de terras e subsidências, avalanches, incêndios florestais, sismos, erupções vulcânicas.
13. Condições atmosféricas	Condições físicas da atmosfera. Inclui dados geográficos baseados em medições, em modelos ou numa combinação de ambos, bem como os sítios de medição.
14. Características geometeorológicas	Condições atmosféricas e sua medição; precipitação, temperatura, evapotranspiração, velocidade e direcção do vento.
15. Características oceanográficas	Condições físicas dos oceanos (correntes, salinidade, altura das ondas, etc.).
16. Regiões marinhas	Condições físicas dos mares e massas de água salinas divididas em regiões e sub-regiões com características comuns.
17. Regiões biogeográficas	Zonas de condições ecológicas relativamente homogéneas com características comuns.
18. Habitats e biótopos	Zonas geográficas caracterizadas por condições ecológicas, processos, estrutura e funções (de apoio às necessidades básicas) específicos que constituem o suporte físico dos organismos que nelas vivem. Inclui zonas terrestres e aquáticas, naturais ou semi-naturais, diferenciadas pelas suas características geográficas, abióticas e bióticas.
19. Distribuição das espécies	Distribuição geográfica da ocorrência de espécies animais e vegetais agregadas por quadrícula, região, unidade administrativa ou outra unidade analítica.
20. Recursos energéticos	Recursos energéticos, incluindo os de hidrocarbonetos, hidroeléctricos, de bio-energias, de energia solar, eólica, etc.,

21. Recursos minerais	incluindo, quando pertinente, informação sobre as cotas de profundidade/altura do recurso.
	Recursos minerais, incluindo minérios metálicos, minerais industriais, etc., incluindo, quando pertinente, informação sobre as cotas de profundidade/altura do recurso.

Anexo III

Tabela III.1 – Calendarização das principais metas da Directiva INSPIRE. (Fonte: IGP, 2010).

Tipo de Exigência	Regras de Implementação(RI)	Implementação
Metadados	<u>Publicado a 24/12/2008</u>	Anexo I e II: 3 de Dezembro de 2010
		Anexo III: 3 de Dezembro de 2013
Interoperabilidade de dados e serviços	Anexo I: Aprovado no Comité INSPIRE a 14/12/2009	Anexo I- novos: Junho 2012**
	Anexos II e III: até 15 de Maio 2012	Anexo I- existentes: Junho 2017**
		Anexos II e III- novos: Janeiro 2015**
		Anexos II e III- existentes: 30 de Maio de 2019
Serviços de Rede	Pesquisa e visualização: <u>Publicado a 20/10/2009</u>	Pesquisa e visualização: Outubro de 2011**
	Descarregamento e transformação: Aprovado no Comité INSPIRE a 14/12/2009	Descarregamento e transformação: Junho de 2012*
	Invocação de serviços de IG: Junho de 2012*	Invocação de serviços de IG: ??
Partilha e Acesso aos Dados	Direitos de acesso e utilização de conjuntos e serviços de dados espaciais pelas instituições e organizações comunitárias: Aprovado no Comité INSPIRE a 05/06/2009	
Monitorização e Relatórios	<u>Publicado a 05/06/2009</u>	1º Relatório dos EM: até 15 de Maio de 2010 Periodicidade: 3 em 3 anos
Transposição		<u>Publicada a 7 de Agosto de 2009</u>

* Data proposta pela Comissão

** Depende da data de entrada em vigor das disposições de execução.

Anexo IV

Tabela IV.1 – Definição da escala por tipologia de riscos. (Fonte: adaptado de Julião et. al., 2009).

Riscos Naturais	Condições meteorológicas	1:1.000.000 a 1:250.000
	Hidrologia	1:10.000 a 1:25.000
	Geodinâmica Interna	1:10.000 a 1:25.000
	Geodinâmica Externa	1:2.000 a 1:25.000
Riscos Mistos	Incêndios Florestais	1:25.000
	Relacionados com água	1:25.000 a 1:5.000
	Relacionados com solo	1:10.000 a 1:25.000

Anexo V

Tabela V.1 – Definição da escala por nível. (Fonte: Almeida et. al., 2008 p. 41).

Níveis	Escala Máxima
Planos Nacionais	1:1.000.000
Planos Regionais e Supradistritais	1:250.000
Planos Distritais e Supramunicipais	1:50.000
Planos Municipais	1:25.000

Anexo VI

1. Ortofotos, formato raster, resolução radiométrica: RGB e infravermelho próximo, resolução espacial: 0,50 m, Vão 2009 IGP/IFAP;
2. Carta Administrativa Oficial de Portugal do Continente e Regiões Autónomas (CAOP versão 2010), formato vectorial, disponibilizada a 30 de Julho 2010;
3. Carta de Portugal Continental às escalas de 1:1.000.000, 1:500.000, 1:100.000 e 1:10.000, formato *raster*;
4. Carta de Portugal Continental e das Regiões autónomas à escala de 1:2.500.000, formato *raster*;
5. Carta da Hidrografia à escala de 1:1.000.000, formato vectorial;
6. Carta CORINE Land Cover 2006 (CLC 2006) à escala de 1:100.000, com unidade mínima cartográfica de 25 ha, formato vectorial;
7. Carta de Ocupação do Solo 1990 (COS 90), escala de 1:25.000, com unidade mínima de 1 ha. Actualmente, está em fase de conclusão, a produção da COS 2007, pelo que a intenção futura é a sua substituição por esta nova actualização;
8. Carta hipsométrica de Portugal à escala de 1:600.000, formato *raster*.